

ДОБЫЧНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НЕДР

ЧЕРНЫЕ, ЦВЕТНЫЕ, БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ И АЛМАЗЫ



УДК 553.04 + 622.34 + 553.041 (100)

Д56 **Добычные возможности недр** / отв. ред. И.В. Егорова. М.: ФГБУ «ВИМС», 2019. – 544 с.: ил. 126

ISBN 978-5-6042742-9-3

Проанализировано состояние сырьевых баз эксплуатируемых и осваиваемых месторождений мира с ресурсами основных металлических полезных ископаемых и алмазов, дан прогноз их добычи до 2030 г. в мире в целом, в ведущих странах-производителях, у основных горнодобывающих компаний. Показано, что для большинства металлов возможно значительное расширение добычи, что дает гарантии устойчивого развития отраслей экономики, потребляющих минеральное сырье.

Коллектив авторов

Ответственный редактор: И.В. Егорова

Рецензенты:

Генеральный директор АО «Полиметалл» В.Н. Несис

Зав. кафедрой геологии, геохимии и экономики полезных ископаемых геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, профессор, д.г.-м.н. В.И. Старостин

Профессор кафедры геологии, геохимии и экономики полезных ископаемых геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, д.г.-м.н. А.Л. Дергачев

ISBN 978-5-6042742-9-3

©РИС «ВИМС», 2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ (А.П. Ставский, И.В. Егорова)	5
МЕТОДИКА ИСЛЕДОВАНИЙ (И.В. Егорова, А.П. Ставский)	9
ЖЕЛЕЗНЫЕ РУДЫ (О.А. Криштопа)	19
ХРОМОВЫЕ РУДЫ (М.А. Ходина)	55
МАРГАНЦЕВЫЕ РУДЫ (М.А. Ходина)	79
АЛЮМИНИЕВОЕ СЫРЬЕ (Л.И. Ремизова)	105
МЕДЬ (А.В. Смольникова)	133
НИКЕЛЬ (А.Д. Чернова)	165
СВИНЕЦ (О.В. Токарь)	197
ЦИНК (О.В. Токарь)	225

ОЛОВО (А.М. Лаптева) 259

ВОЛЬФРАМ (А.М. Лаптева) 289

МОЛИБДЕН (А.В. Смольникова) 319

ТИТАН (Л.И. Ремизова) 343

ЗОЛОТО (Л.А. Дорожкина) 373

СЕРЕБРО (О.В. Токарь) 413

ПЛАТИНОИДЫ (А.Д. Чернова) 447

АЛМАЗЫ (А.В. Смольникова) 475

**ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ
И ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ
ЕГО РЕСУРСАМИ** (И.В. Егорова) 501

**ДОБЫЧНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ
ЕЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ** (А.П. Ставский) 521



ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемая вниманию читателей работа ставит целью анализ обеспеченности мировой экономики ресурсами важнейших видов твердых полезных ископаемых с учетом ныне эксплуатируемых и вновь осваиваемых месторождений, а также прогноз объемов добычи минерального сырья в обозримой перспективе.

Вопросы исчерпаемости запасов полезных ископаемых интересовали людей с момента зарождения горного дела и металлургического производства. На протяжении многих столетий проблемой, помимо самих горняков и металлургов, были озабочены, в основном, короли и авантюристы, для которых золото, медь, а иногда также соль и иные полезные ископаемые являлись основными источниками богатства. Однако в XX веке вопросы исчерпания невозобновляемых ресурсов начали волновать практически всех людей на планете независимо от профессии, достатка и социального

положения. И для этого у нас есть все основания — современный человек не может представить свою жизнь без потребления железа (автомобили, механизмы), алюминия (самолеты), меди (электротехника), не говоря уже о традиционных минеральных энергоносителях.

В середине прошлого века американский геофизик Кинг Хабберт сформулировал гипотезу, согласно которой в какой-то момент добыча нефти на Земле достигнет своего максимума, после чего последует постепенный спад производства вследствие исчерпания доступных для отработки запасов. Аналогичное утверждение в отношении других полезных ископаемых также имеет право на существование. По мнению К. Хабберта, опубликованному в 1956 г., добыча нефти в США (на суше) должна была достичь максимума в 1965–70 гг., а в мире в целом — в 2000 г. Сейчас уже очевидно, что прогнозы К. Хабберта не реализовались, в первую очередь, из-за того, что развитие технологий добычи и переработки позволило ввести в промышленный оборот низкокачественные руды и флюиды, практическая ценность которых еще 50 лет назад всерьез не рассматривалась. Прежде всего это относится к запасам нефти и газа в слабопроницаемых коллекторах (сланцевые нефть и газ), но также и к твердым полезным ископаемым — средние содержания меди, золота, некоторых других металлов в рудах, разрабатываемых сегодня, в несколько раз меньше, чем это было полвека назад.

Интерес к проблеме существенно вырос в 80-х годах прошлого века, когда Всемирной комиссией по окружающей среде и развитию (WCED) при ООН было введено понятие «Sustainable development», подразумевающее такое развитие земной цивилизации, которое обеспечивает удовлетворение нужд каждого поколения, живущего на планете, без причинения какого-либо вреда возможностям будущих поколений удовлетворять свои потребности. В русском языке для обозначения этого явления прижилось понятие «Устойчивое развитие», хотя многие авторы и указывают на некорректность такого перевода. В приложении к минеральным ресурсам устойчивое развитие означает практическую неисчерпаемость запасов всех полезных ископаемых на протяжении, как минимум, XXI века.

В ходе проведенных исследований проанализированы возможности мировых сырьевых баз ведущих металлов и алмазов; сырьевая база какого-либо полезного ископаемого понимается нами как совокупность ресурсов имеющихся в мире эксплуатируемых и осваиваемых месторождений этого вида сырья. Для каждого из них оценен период, в течение которого на базе имеющихся ресурсов конкретного полезного ископаемого может вестись его эксплуатация, иначе говоря, вычислялся срок исчерпания его ресурсов. Интегрирование полученных данных позволило прогнозировать скорость ис-

черпания ресурсов данного вида минерального сырья в мире в целом. Кроме того, это дало возможность оценить, будет ли компенсировано ожидаемое выпадение добычи на истощающихся месторождениях вводом в эксплуатацию новых объектов.

Результатом исследований явилось подтверждение тезиса о достаточности сырьевых баз практически всех ведущих видов минерального сырья для удовлетворения текущих и прогнозируемых потребностей мировой экономики. Показано, что при уровне добычи 2015 г. сокращение ресурсов большинства твердых полезных ископаемых к 2030 г. не превысит первых процентов — и это без учета новых открытий и объектов, находящихся на ранних стадиях геологоразведочных работ. Исключением оказалась лишь мировая сырьевая база алмазов — исчерпание ресурсов крупнейших месторождений России и Канады, ожидаемое в середине следующего десятилетия, может привести к тому, что к 2030 г. их суммарные ресурсы в мире составят лишь около 70% имевшихся в 2015 г., что может повлечь за собой существенный спад добычи драгоценных камней. Известные в настоящее время осваиваемые месторождения алмазов не смогут компенсировать это сокращение.

Что касается остальных видов минерального сырья, их сырьевые базы не только могут обеспечивать текущий уровень добычи важнейших видов твердых полезных ископаемых в течение длительного времени, но и достаточны, чтобы существенно — в некоторых случаях более чем в полтора раза — увеличить их добычу уже в ближайшие годы и сохранить ее на новом уровне не менее чем до 2030 г. Это позволяет говорить о практической неисчерпаемости их ресурсов и является убедительным доказательством того, что планета Земля в состоянии удовлетворить как текущие потребности человечества, так и нужды будущих поколений, по крайней мере в части твердых полезных ископаемых.

Следует подчеркнуть, что анализ возможностей сырьевых баз в данной работе велся без учета разнообразных внешних факторов, влияющих на уровень добычи минерального сырья в мире, таких как динамика спроса и предложения и изменение цен на сырьевые товары, внедрение новых технологий добычи и/или переработки, появление новых областей применения и пр. Тем не менее, для большинства рассмотренных видов твердых полезных ископаемых проведено сопоставление прогнозируемого потребления и возможного уровня его добычи. Это позволило оценить возможное соотношение спроса и предложения сырьевой продукции и хотя бы в первом приближении дать прогноз развития ситуации на мировых рынках на ближайшие годы.

Данная книга может заинтересовать не только профессионалов, но и более широкий круг читателей — журналистов, политиков и политологов, футурологов, специалистов иных специальностей. Чтобы найти взаимопонимание с читателями, не являющимися профессиональными геологами, мы сочли необходимым привести в разделе «Методика» определения основных понятий, связанных с запасами, ресурсами полезных ископаемых в недрах и их подготовкой к промышленной добыче.

Сбор и анализ информации, на основе которой проведено исследование, начат в рамках работ по государственным контрактам, исполнителем которых была компания ООО «Минерал-Инфо», и продолжен в ходе выполнения государственного задания по геологическому изучению недр, возложенного на ФГБУ «ВИМС». Методика исследований предложена И. В. Егоровой, сбор первичной информации, ее обработка и анализ, подготовка текста, диаграмм и таблиц выполнены под ее руководством и при непосредственном участии. Авторы отдельных разделов указаны в оглавлении. Необходимая для проведения подобных исследований информационная система создана под руководством К. В. Флоренского. Редактирование и корректура текста выполнены Л. В. Спорыхиной. Дизайн-макет разработан А. В. Андреевым, оформление и верстка текста — О. В. Хомаза, М. А. Комагоров.

Авторы выражают искреннюю признательность Ю. В. Яшунскому, без чьего постоянного и деятельного участия проведение этих исследований было бы невозможным, и Ю. А. Хижнякову, предложенные им дополнения существенно обогатили данную работу.



МЕТОДИКА ИСЛЕДОВАНИЙ

Цель данной работы понимается авторами как анализ количественных параметров существующих сырьевых баз важнейших полезных ископаемых в мире с точки зрения их достаточности для обеспечения потребностей мировой экономики на обозримую перспективу. Иными словами, смогут ли эксплуатируемые и осваиваемые в настоящее время месторождения обеспечить добычу конкретного вида минерального сырья на период до 2030 г. хотя бы на текущем уровне и не столкнется ли человечество с дефицитом какого-либо полезного ископаемого. Более отдаленные перспективы характеризуются значительной неопределенностью, в связи с чем не рассматривались.

Сырьевые базы стран с реально действующей рыночной экономикой представляют собой сумму ресурсов минерального сырья каждого из известных на их территории эксплуатируемых и осваиваемых месторождений.

Работы на них ведутся, как правило, публичными горными компаниями, которые подчиняются жестким и единым для всех требованиям к подсчету ресурсов и запасов этих объектов.

Классификация, используемая ими для представления информации о запасах и ресурсах потенциальному инвестору, чрезвычайно проста (рис. 1).

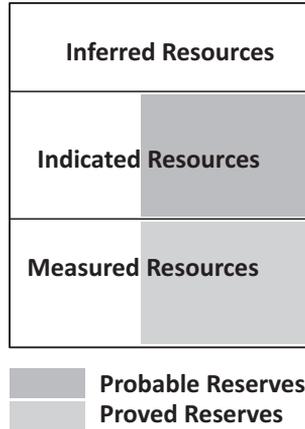


Рис. 1. Классификация запасов и ресурсов твердых полезных ископаемых зарубежных стран

Термины и понятия этой классификации, связанные с запасами и ресурсами полезных ископаемых в недрах и их подготовкой к промышленной добыче, широко используются в предлагаемой работе, в связи с чем здесь приводятся их краткие определения:

Ресурсы (Identified Resources = Measured + Indicated + Inferred Resources) — количество минерального сырья в конкретном объекте (месторождении или рудопроявлении). Подразделяются на три категории по степени изученности.

Предполагаемые ресурсы (Inferred Resources) — часть ресурсов, количество и качество которых определены с низкой точностью на основе экстраполяции геологических данных, полученных по очень редкой сети наблюдений.

Выявленные ресурсы (Indicated Resources) — часть ресурсов, количество и качество которых определены с приемлемой точностью на основе геологических данных, позволяющих показать качественную непрерывность рудных тел.

Измеренные ресурсы (Measured Resources) — часть ресурсов, количество и качество которых подсчитано с высокой точностью, так что возможные погрешности не оказывают существенного влияния на экономические параметры месторождения.



Запасы (Reserves) — часть Measured + Indicated Resources, добыча которых экономически оправдана при текущей рыночной конъюнктуре и с учетом реалистичной оценки дополнительных факторов и рисков (экологических, инвестиционных, политических и пр.). При подсчете запасов учитываются обогатимость руд, их разубоживание и потери при добыче, а также результаты металлургических испытаний. Запасы подразделяются на две категории по степени изученности:

- **Доказанные запасы (Proved Reserves)** — часть Measured Resources.
- **Вероятные запасы (Probable Reserves)** — часть Indicated Resources.

Для обозначения суммы доказанных и вероятных запасов нами употребляется термин «промышленные запасы», которые включаются в ресурсы минерального сырья.

В данной работе мы рассматривали добычные возможности только на основе ресурсов минерального сырья, поскольку количество его запасов характеризует не столько потенциал сырьевой базы соответствующего полезного ископаемого, сколько планы компании по эксплуатации конкретного месторождения. За рубежом горные компании редко разведывают до уровня промышленных запасов перспективное проявление целиком — чаще всего сначала ведется подготовка наиболее богатой его части, эксплуатация которой может обеспечить максимальный финансовый поток, позволяющий вернуть средства, вложенные в освоение. По мере отработки компания наращивает запасы, доразведывая оставшуюся часть месторождения. При этом ее стратегия сильно зависит от цен на данное минеральное сырье — при каждом существенном изменении цен проводится пересчет запасов. Таким образом, промышленные запасы, в отличие от ресурсов, являются показателем не столько возможностей сырьевых баз, сколько текущих рыночных условий.

Россия в данной работе рассматривалась наряду с другими странами, что потребовало сопоставления объемов отечественной сырьевой базы с зарубежными. Поскольку, несмотря на все усилия, окончательно «гармонизировать» западную и российскую классификации запасов и ресурсов пока не удалось, в данной работе, в соответствии с [2], ресурсами мы называем объемы полезных ископаемых, относящихся по российской классификации к запасам категорий $A+B+C_1+C_2$, заключенных в эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях; в ряде случаев включаются и забалансовые запасы.

Добычные возможности эксплуатируемых и осваиваемых месторождений твердых полезных ископаемых определяются нами как обеспеченность каждого из них ресурсами при заданном уровне добычи.

Анализ добычных возможностей базируется на информации о ресурсах, добыче или проектной мощности по добыче почти 8000 зарубежных и российских объектов, собранной в ходе мониторинга состояния мирового минерально-сырьевого комплекса, проводимого авторами в течение более чем 20 лет. Вся собранная информация хранится в разработанной специалистами отдела информационных технологий ООО «Минерал-Инфо» информационной системе «Минерально-сырьевой комплекс мира» (ИС МСК мира).

В качестве источников информации использовались открытые данные, прежде всего доступные в сети Интернет: годовые, квартальные и другие отчеты публичных горнодобывающих компаний перед акционерами, сайты российских и зарубежных горнодобывающих компаний, сайты геологических служб зарубежных стран, интернет-рассылки агентств, в сферу интересов которых входят состояние и тенденции развития мирового минерально-сырьевого комплекса, а также разнообразные российские и зарубежные специализированные издания. Источником информации о минерально-сырьевом комплексе России является официальная отраслевая и государственная статистика.

В данной работе в качестве «реперного» выбран уровень добычи за 2015 г. При допущении, что в дальнейшем добыча на каждом эксплуатируемом месторождении сохранится на том же уровне, ресурсы полезных компонентов в 2016 г. и в каждом последующем году будут сокращаться на объем добытого (плюс потери при добыче) до тех пор, пока не будут исчерпаны.

Для осваиваемых, но еще не запущенных в эксплуатацию объектов сокращение их ресурсов начнется с того момента, когда он будет введен в эксплуатацию; предполагается, что добыча будет вестись в соответствии с планом горных работ компании-владельца, либо будет соответствовать проектной мощности по добыче сооружаемого рудника. Для каждого из осваиваемых месторождений учитывалась стадия, на которой находится проект освоения. За рубежом, как правило, выделяется три стадии «жизни» проекта, от ранней к поздней [1]:

- Scoping study (SS) — предварительная оценка проекта. В Канаде и некоторых других странах аналогом его является термин preliminary economical assesment (PEA) — предварительная экономическая оценка. В данной работе используются оба термина;
- Prefeasibility study (PFS) — предварительное технико-экономическое обоснование проекта;



- Feasibility study (FS) — технико-экономическое обоснование проекта. Может называться также bankable feasibility study, full feasibility study, по сути они идентичны.

Вероятность ввода в эксплуатацию в запланированные сроки месторождений, проект освоения которых находится на feasibility study, безусловно, существенно выше, чем для находящихся на scoping study. Проекты ранних стадий с большей вероятностью могут быть законсервированы или их завершение отложено при неблагоприятной конъюнктуре на рынках данного вида сырья, что и происходило многократно в период 2012–2016 гг. Консервация проекта освоения не затрагивает ресурсный потенциал осваиваемого месторождения, но оказывает влияние на ожидаемый уровень добычи минерального сырья, в связи с чем прогнозы совокупной добычи, приводимые в работе, имеют вероятностный характер.

Основой для анализа явились актуальные данные о ресурсах и добыче (проектируемой добыче или проектной мощности) каждого конкретного месторождения 15 ведущих металлов и алмазов. В качестве технологическо-методической базы для анализа добычных возможностей использовалась давно ставшая стандартом технология OnLine Analytical Processing (OLAP-куб) на платформе Microsoft Analysis Services. В рамках этой технологии анализировались количественные данные, выбираемые из массива информации, хранящегося в информационной системе «Минерально-сырьевой комплекс мира». Специально сконструированный для данной работы OLAP-куб автоматически генерирует таблицу формата Excel, где для каждого месторождения, на котором ведется или проектируется его добыча, для каждого года в интервале 2015–2030 гг. рассчитывается объем оставшихся ресурсов и срок, когда они будут исчерпаны. Для осваиваемых объектов, на которых определена проектная мощность по добыче и предполагаемый год ввода добычного предприятия в строй, расчет ведется, начиная с этого года. Возможности ИС позволяют учитывать при расчетах период выхода добывающего предприятия на проектную мощность, планируемое расширение или сокращение добычи на конкретных месторождениях, наличие нескольких очередей освоения, а также периоды консервации предприятия.

Полученная таблица трансформируется в диаграмму типа «Поля с накоплением», где по оси X откладываются годы с 2015 по 2030, а по оси Y — добыча полезного компонента на каждом конкретном месторождении. На рисунке 2 представлена такая диаграмма, построенная для месторождений золота, отсортированных по объему добычи в 2015 г. В анализе использовались данные по всем известным нам объектам с ресурсами золота;

Добычные возможности недр

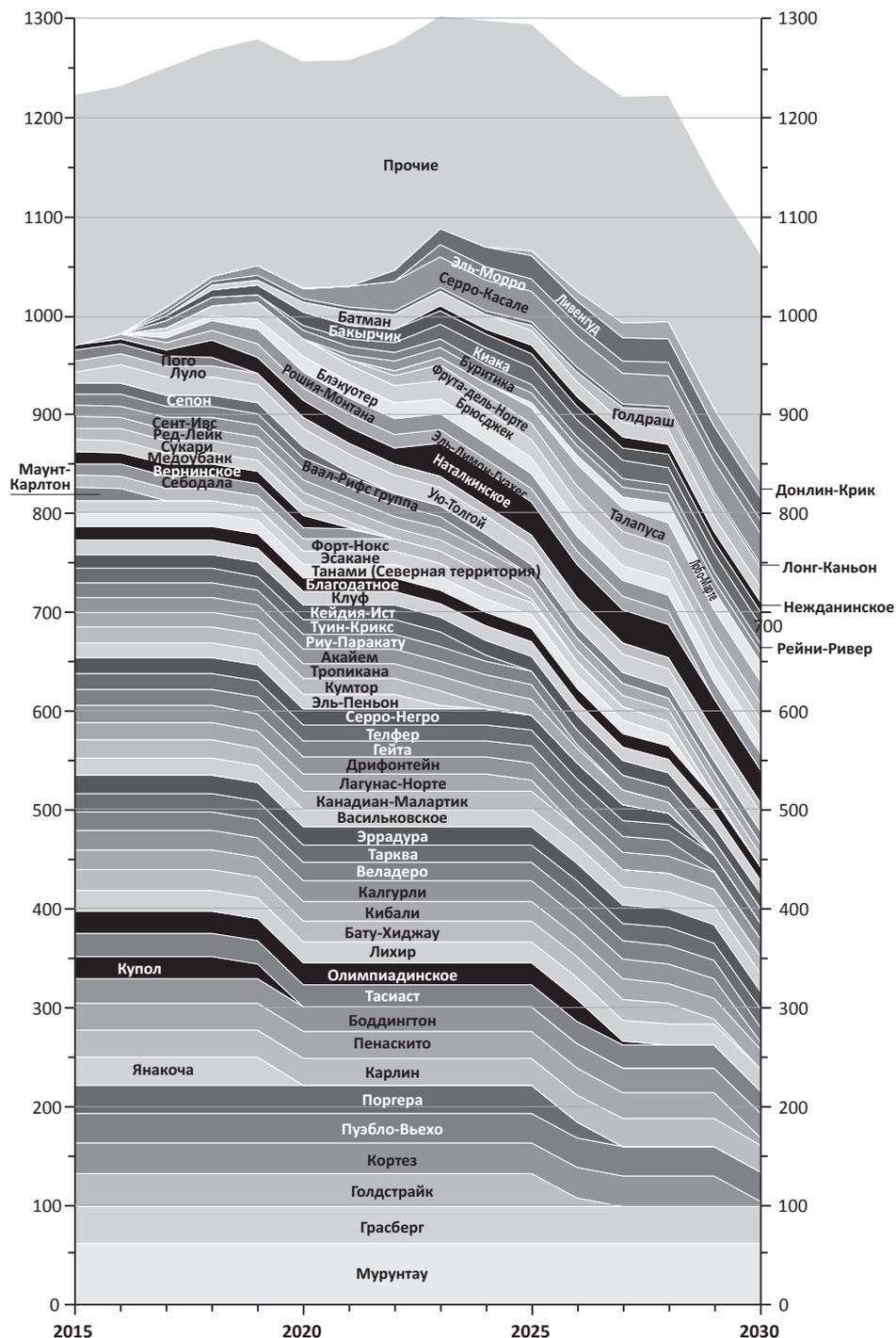


Рис. 2 Прогноз добычи золота на основе ресурсов основных месторождений мира в 2015–2030 гг., тонн



на рисунке отдельными полями показаны, разумеется, не все объекты, а только наиболее значимые, мелкие месторождения объединены в единое поле «Прочие».

На диаграмме хорошо видно, что ресурсы ряда эксплуатируемых сегодня объектов, в том числе лидирующих в мире по количеству добываемого металла (Голдстрайк в США, Поргера в Папуа-Новая Гвинея, Янакоча в Перу и др.), будут истощены в период до 2030 г. Близкая картина наблюдается и на более мелких месторождениях. В то же время на некоторых добывающих предприятиях запланировано расширение мощности по добыче в этот период, в частности на российском Наталкинском месторождении. На основе всех этих данных прогнозируется, что к 2030 г. добыча на разрабатываемых месторождениях может существенно сократиться. Однако, спад может быть в значительной мере компенсирован вводом в строй рудников на вновь осваиваемых объектах, более того, в ближайшие годы можно ожидать существенного роста добычи золота. Однако, к концу следующего десятилетия количество извлекаемого из недр драгоценного металла может вновь начать снижаться в силу естественного исчерпания ресурсов, если к тому времени в мире не будут введены в эксплуатацию месторождения, о которых сегодня ничего не известно.

Диаграммы такого типа позволяют, основываясь на фактическом материале, анализировать ожидаемую динамику добычи каждого вида минерального сырья на каждом месторождении, оценивать долю объектов, для которых прогнозируется исчерпание ресурсов, а также судить, смогут ли осваиваемые месторождения компенсировать это выбывание.

OLAP-куб даёт также возможность производить с полученными данными некоторые манипуляции — создавать разнообразные выборки, сортировать месторождения по масштабу ресурсов или добычи, суммировать ресурсы и/или добычу по выбранным параметрам.

Возможность анализа интегрированных по различным параметрам данных использовалась для оценки возможной динамики добычи минерального сырья в отдельных странах (нас интересовали, прежде всего, ведущие продуценты) и в мире в целом. Следует, однако, отметить, что в целом ряде стран публичные горные компании не работают или их роль невелика; важно, что среди них такие крупные продуценты и потребители минерального сырья, как Китай, отчасти Индия, а также Зимбабве, Индонезия, Демократическая Республика Конго, Боливия, Малайзия, Турция и ряд других. Получить информацию по каждому месторождению, расположенному на территории этих государств, невозможно. Для оценки их добычных возможностей использовались статистические данные о ресурсах и добыче каждого вида минерального сырья

в стране в целом, дополненные сведениями о конкретных объектах, получаемыми от консалтинговых агентств и организаций, специализирующихся на изучении какого-либо сектора мирового минерально-сырьевого комплекса, и любых других доступных источников. Добычные возможности в этом случае анализировались по стране в целом.

Это позволило показать, что подавляющее большинство стран, являющихся крупными продуцентами сырьевой продукции, вполне обеспечены ресурсами минерального сырья в недрах и не только могут в обозримой перспективе поддерживать добычу на достигнутом уровне, но и в состоянии наращивать ее.

Анализировались также добычные возможности ведущих геолого-промышленных типов месторождений, что дало основания прогнозировать изменение структуры сырьевой базы некоторых видов минерального сырья в сравнении с текущей.

Дан, кроме того, прогноз исчерпания ресурсов минерального сырья, находящихся в распоряжении крупнейших горных компаний, в том числе с учетом их слияний и поглощений. Показано, что практически все ведущие игроки мирового сырьевого рынка располагают достаточной сырьевой базой для продолжения деятельности в течение как минимум полутора десятилетий, а в большинстве случаев — и на более долгий срок.

Анализ данных, интегрированных по степени освоения месторождений, продемонстрировал темпы исчерпания ресурсов эксплуатируемых в настоящее время объектов, которое выражается в ожидаемом выпадении добывающих мощностей ныне действующих рудников и соответствующем сокращении совокупной добычи. Установлено, что темпы исчерпания сырьевых баз заметно различаются для разных видов минерального сырья, для каждого рассмотренного вида показана доля выбывающих объектов.

Оценивался также уровень компенсации выпадающих мощностей новыми, создаваемыми на осваиваемых месторождениях. Проекты освоения делились по стадиям, на которых они находились в 2015–2016 гг. В зависимости от того, на какой стадии находился проект, оценивалась вероятность ввода месторождения в эксплуатацию в запланированные сроки. Показано, что ожидаемое сокращение добычи на эксплуатируемых объектах в большинстве случаев с успехом может быть компенсировано вводом в эксплуатацию новых, при этом количество и масштабы проектов освоения таковы, что в ближайшие 5–10 лет прогнозируется значительное увеличение объема добываемого сырья, в некоторых случаях более чем в полтора раза.

Для некоторых видов сырья, в частности, железа и никеля, показаны добычные возможности месторождений, проекты освоения которых были заморожены или отложены из-за неблагоприятной конъюнктуры рынка.



Их возобновление в случае улучшения состояния рынков может еще больше нарастить мировую добычу этих видов сырья.

Разработанный в рамках выполнения данной работы инструмент анализа добычных возможностей сырьевых баз, как представляется, показал свою эффективность в такого рода исследованиях и позволил оценить перспективы обеспечения мировой экономики рассмотренными видами сырья. Условием его успешного применения для решения подобных задач является наличие массива актуальных однородных данных о ресурсах (и/или запасах) минерального сырья в недрах и фактической или проектируемой его добыче, сформированного таким образом, чтобы к нему могла быть применена технология OnLine Analytical Processing.

В настоящее время аналогичные исследования проводятся для российских месторождений твердых полезных ископаемых. Результаты их показывают, что в ряде ведущих добывающих регионов страны в обозримом будущем прогнозируется истощение запасов разрабатываемых месторождений некоторых видов полезных ископаемых, при этом компенсация их вводом в эксплуатацию новых объектов пока не предусматривается. Выводы, полученные в ходе исследований, могут послужить основой для стратегического планирования геологоразведочных работ ранних стадий, а также оценки возможностей восполнения сырьевой базы горнодобывающих компаний, действующих в России.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Инвестиции в горнодобывающие проекты: виды и инструменты привлечения. 2013, сентябрь.
2. Руководство по гармонизации стандартов отчетности России и CRIRSKO. 2010.

Fe



ЖЕЛЕЗНЫЕ РУДЫ

Анализ добычных возможностей эксплуатируемых и осваиваемых железорудных месторождений базируется на данных о ресурсах, запасах, добыче и производстве железных руд на более чем 700 объектах, включая полные данные по российским месторождениям, учитываемым Государственным балансом запасов полезных ископаемых Российской Федерации.

Мировое производство товарных железных руд в 2015 г., по данным World Steel Association, составило свыше 2 млрд т. Статистика по добыче сырой железной руды не ведется, за исключением отдельных стран, но, по нашей оценке, с учетом качества руд разрабатываемых в различных странах месторождений, в 2015 г. она составила около 3,5 млрд т. Месторождения, для которых имеется информация об объемах извлечения железной руды из недр, обеспечили в 2015 г. ее добычу в объеме более 2,7 млрд т, или около двух третей совокупной. Основная причина неполноты данных, задействованных в анализе, заключается в отсут-

ствии доступной информации о железорудной отрасли ряда стран, важнейшей из которых является Китай. В этой стране, по нашей оценке, ежегодно добывается в среднем 700 млн т сырой руды (примерно 20% мирового показателя) и производится около 200 млн т товарной железорудной продукции, что составляет около 10% выпуска ее в мире [19]. Около 70% китайских добывающих предприятий принадлежат крупным и средним сталелитейным компаниям, тем не менее, в их отчетах информация об объемах добычи и производства, также, как и об их сырьевой базе скудна, либо вовсе отсутствует; нет таких данных и у национальной геологической службы. В результате при анализе добычных возможностей мы могли пользоваться лишь статистическими данными по запасам и производству железной руды в Китае в целом.

По схожим причинам мало данных о месторождениях Индии, а также менее значимых, но все же заметных на мировом рынке стран-производителей — Ирана и Турции.

Сходимость имеющихся данных по другим странам-производителям с данными мировой статистики по производству железорудного сырья составляет 80–100%, в частности, в анализе учтены практически все эксплуатируемые месторождения России, Австралии, Украины, США, Канады, Швеции, Казахстана, Мексики, Чили и Мавритании.

Мировая сырьевая база железных руд в значительной степени представлена месторождениями *железистых кварцитов и богатых руд, развившихся по ним*. Разработка их, по нашей оценке, обеспечивает свыше 85% суммарной добычи в мире. В частности, железорудная база ведущих стран-производителей — Бразилии и Австралии — базируется исключительно на таких рудах.

Железистые кварциты широко распространены на древних щитах и платформах. Большинство их имеет раннепротерозойский и архейский возраст; значительно меньше распространены позднепротерозойские и раннепалеозойские месторождения. Рудные залежи обычно имеют значительные размеры — километры по простиранию и мощностью в первые десятки или сотни метров. Характерна пластообразная форма рудных тел, тонкополосчатая текстура и сходный на различных объектах минеральный состав (магнетит с подчиненными гематитом и/или гидроксидами железа). Магнетитовый тип руд первичных железистых кварцитов характеризуется невысоким содержанием Fe, которое колеблется в интервале 27–39%; такие руды требуют обогащения. Месторождения часто крупные и уникальные по масштабу; благодаря этому, а также относительно простым горно-геологическим условиям эксплуатация месторождений железистых кварцитов ведется открытым способом крупными карьерами с высокой эффективностью. Крупнейшими объектами этого типа

являются уникальные российские месторождения Курской магнитной аномалии (Михайловское, Стойленское и Лебединское), а также Сайно (Sino) и Карара (Karara) в Австралии, Горишне-Плавнинское в Украине. Месторождения стран Латинской Америки, в том числе уникальные объекты «Железорудного четырехугольника» в Бразилии, сложены итабиритами — разновидностью железистых кварцитов с повышенным содержанием железа (40–44%).

При позднейшем преобразовании железистых кварцитов сформированы месторождения, сложенные богатыми рудами, состоящими из мартита, гематита, гидрогематита, гётита, сидерита в разных соотношениях. Рудные тела длиной в несколько сотен метров и шириной несколько десятков метров, как правило, имеют линзообразную или пластообразную форму. Они могут иметь крутое падение и погружаться на глубину вместе с толщами железистых кварцитов или залегать на поверхности железистых кварцитов под чехлом осадочных образований. Основное распространение месторождения богатых руд получили в районе Пилбара (Pilbara) в Австралии, в районе Каражас (Carajas) в Бразилии, а также в Индии и на африканском континенте.

Большинство таких месторождений по масштабу относятся к средним и мелким, лишь треть их, по нашей оценке, содержит ресурсы железной руды в количестве более 400 млн т. Крупным масштабом характеризуются лишь два месторождения — Серра-Норти (Serra Norte) в Бразилии, где запасы (proved+probable reserves) достигают 2,6 млрд т при содержании Fe в руде 66,5%, а ежегодная добыча железной руды превышает 100 млн т, и Байладила (Baúlada) в Индии (1,1 млрд т; 66%, 22 млн т соответственно). Тем не менее, именно месторождения высококачественных руд обеспечивают более трети мировой добычи и свыше половины производства товарных руд. Для них характерны руды с концентрацией Fe от 45% до 70% и более. Руды со средним содержанием Fe 60% и выше относятся к высокосортным и пригодны для металлургического передела без предварительного обогащения, переработка богатых руд с содержанием железа в пределах 55–60% зачастую ограничивается дроблением и измельчением сырья. Руды с меньшим содержанием железа (45–55%) проходят все стадии обогащения с получением концентратов.

Значение остальных геолого-промышленных типов железорудных месторождений не столь велико. Среди них можно выделить скарново-магнетитовые объекты, обеспечивающие чуть более 5% мировой добычи, а также титано-магнетитовые месторождения, доля которых в общем объеме добычи едва превышает 3%.

Скарновые месторождения обычно локализуются на контактах карбонатных пород с интрузивными и вулканическими породами среднего и кислого состава. Как правило, они мелкие или средние по масштабу. Рудные тела

разнообразной формы; протяженность залежей колеблется от 100 до 2000 м, мощность — от десятков метров до 100 м. Главными рудными минералами являются магнетит и гематит, распределение их в рудах неравномерно. В качестве попутных часто встречаются пирит, халькопирит, другие сульфиды. Содержание железа в рудах составляет 25–45%, редко достигает 60%. Руды, как правило, комплексные, характеризуются повышенными (часто промышленными) концентрациями меди, цинка, золота и других элементов, а также серы и фосфора. Наиболее яркими примерами этого геолого-промышленного типа являются месторождения Горной Шории в России, Южно-Сарбайское и Соколовское месторождения в Казахстане, Маркона (Marcona) в Перу, Лос-Колорадос (Los Colorados) в Чили, Тхакхе (Thakhe) во Вьетнаме.

Титаномагнетитовые месторождения локализуются в дифференцированных массивах основного-ультраосновного состава, рудные тела представляют собой пластообразные тела и линзы, в разной степени обогащенные титаномагнетитом, в некоторых месторождениях — магнетитом или ильменитом. Месторождения часто характеризуются крупным масштабом, но содержание железа в их рудах невысоко, от 14% до 40%. В некоторых из них главным промышленным компонентом является титан, а железорудный концентрат выпускается в качестве попутного продукта; характерной примесью является ванадий, могут отмечаться повышенные содержания меди, кобальта, скандия, золота, платины. В мире известно около 60 объектов данного типа, 12 из них разрабатываются, но 95% мировой добычи железных руд на месторождениях данного типа обеспечивают четыре крупнейших — Гусевогорское в России, Тайхэ (Taihe), Байма (Baima) и Паньчжихуа (Panzhijhua) в Китае.

Роль других геолого-промышленных типов — апатит-магнетитового, сидеритового, гётит-гидрогётитового в корах выветривания (бурых железняков) — крайне мала.

Прогноз добычи железных руд на месторождениях ведущих геолого-промышленных типов до 2030 г.

В настоящее время доминирующая роль в добыче железорудного сырья в мире принадлежит железистым кварцитам. Такое положение сохранится в долгосрочной перспективе, более того, прогнозируется существенное наращивание добычи железных руд из месторождений этого типа (рис. 1.1). Это связано с тем, что в мире, помимо эксплуатируемых объектов, за последнее десятилетие возникло множество проектов освоения новых месторождений

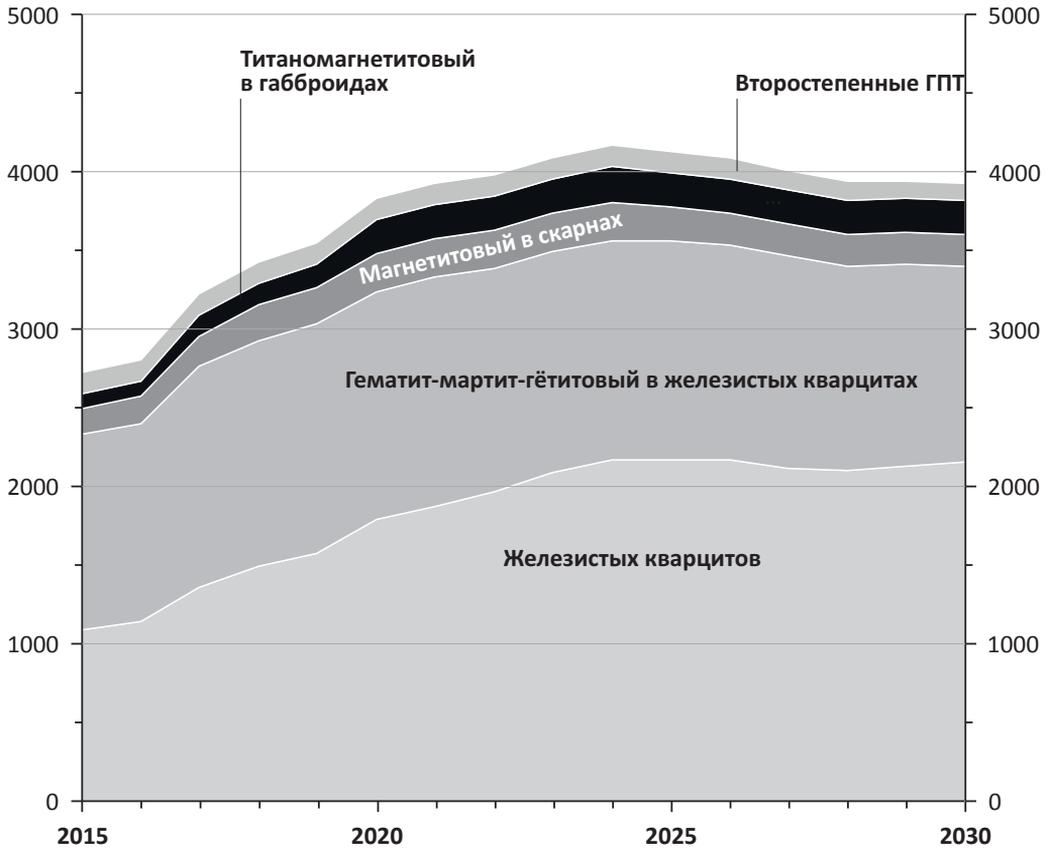


Рис. 1.1 Прогноз добычи железных руд на основе ресурсов месторождений различных геолого-промышленных типов в мире в 2015–2030 гг., млн т (без данных по месторождениям Китая)

железистых кварцитов, ввод в строй которых планируется на период до 2025 г. Среди них масштабностью выделяются осваиваемые месторождения Австралии: Рой-Хилл-1 (Roy Hill 1), первая очередь которого введена в строй в 2015 г., Мерфи-Саут (Murphy South), Мариллана (Marillana) и Сузан-Палмер (Susan Palmer), ввод в эксплуатацию которых ожидается в период до 2021 г. Большое число проектов реализуется в Канаде, крупнейшими из них являются Лак-Отелнук (Lac Otelnuk), КеМаг (KeMag) и Хопс-Адванс (Hopes Advance). Активно реализуется программа освоения крупных месторождений в Африке, в том числе Калия (Kalia) в Гвинее, Мбарга (Mbarga) в Камеруне, Занага (Zanaga) и Набеба (Nabeba) в Конго и многих других.

При успешной реализации всех запланированных проектов добыча железистых кварцитов уже в среднесрочной перспективе могла бы возрасти в полтора раза. Ожидаемое исчерпание сырьевой базы некоторых эксплуати-

руемых месторождений, наиболее значимыми из которых являются Миннтак (Minntac), Эмпайр (Empire) и Хиббинг (Hibbing) в США, Маунт-Том-Прайс (Mount Tom Price) в Австралии, Брукуту (Brucutu) в Бразилии, не вызовет заметного ухудшения ситуации в железорудной отрасли.

Разработка месторождений, представленных богатыми гематит-мартит-гётитовыми рудами, ведется в основном в Австралии, здесь же готовится к эксплуатации большая часть новых месторождений этого типа: Кудайдери-Саут (Koodaideri South), МакФи-Крик (McPhee Creek), Бангару-Саут (Bungaroo South), Блэксмит (Blacksmith). Ввод их в эксплуатацию проектировался в 2017–2021 гг., в случае успешной реализации этих планов объем добываемых богатых руд будет расти вплоть до 2021 г. Однако последующее исчерпание ресурсов ряда мелких и средних по масштабу эксплуатируемых объектов, таких как Истерн-Рейндж (Eastern Range), Кульяноббинг (Koolyanobbing), Брокман-2 (Brockman 2), Наммулди (Nammuldi) и др., которое ожидается уже начиная с 2020 г., приведет к стабилизации добычи на уровне, несколько превышающем текущий (рис. 1.2).

В других странах большинство месторождений богатых руд по масштабу относятся к средним и мелким. Их разработка обеспечивает значительную часть производства железорудного сырья Бразилии. Уже в 2017 г. ожидается рост добычи этого сырья примерно на четверть, в основном за счет вовлечения в эксплуатацию крупного месторождения Серра-Сул-S11 (Serra Sul S11), строительство рудника на котором ведет компания *Vale S. A.* Однако истощение сырьевой базы высококачественных руд на других значимых месторождениях — Итабира (Itabira), Кауэ (Caue) и Параопеба (Paraopeba) — может повлечь падение производства в стране к 2030 г. на 10% относительно уровня 2015 г.

В России крупномасштабные месторождения богатых железных руд (Висловское, Гостищевское) находятся в сложных горно-геологических условиях и не пригодны к отработке традиционными способами.

Эксплуатируемые в настоящее время скопления скарново-магнетитовых руд обычно мелкие или средние по масштабу, хотя есть и крупные объекты. Самыми значимыми из них, как по количеству добываемой руды, так и по качеству руд являются Южно-Сарбайское и Соколовское месторождения в Казахстане и Маркона в Перу; подобные объекты разрабатываются в Мексике и Чили с годовой производительностью 5–20 млн т руды в год. В России добыча на скарново-магнетитовых месторождениях осуществляется, в основном, мелкими продуцентами, ее объемы не превышают 5 млн т/год.

Ввод в эксплуатацию пяти новых объектов — Сэлэнгэ (Selenge) в Монголии, Сахаваара (Sahavaara) в Швеции, Снейфелл (Snaefell) в Австралии, Гаринского в России, а также выход на полную мощность рудников на чилийском место-

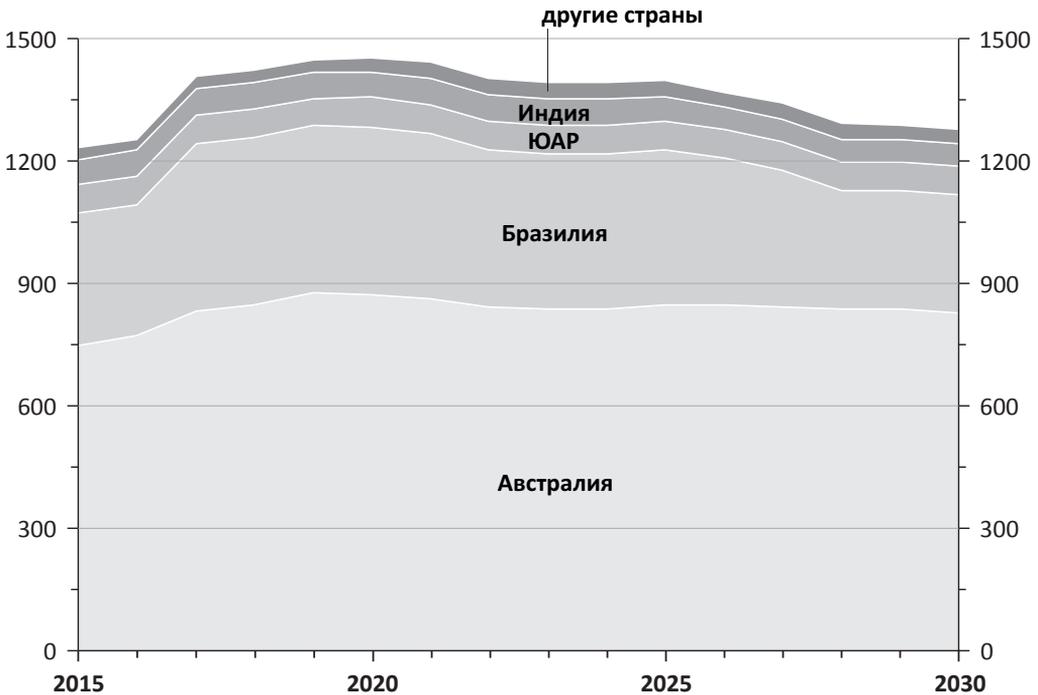


Рис.1.2 Прогноз добычи железорудного сырья на основе ресурсов богатых гематит-мартигетитовых руд в 2015–2030 гг., млн т

рождении Серро-Негро (Cerro Negro) и Быстринском в России позволит к началу следующего десятилетия нарастить добычу таких руд в полтора раза, до 260 млн т. Реализация еще ряда проектов — Пампа-де-Понго (Pampa de Pongo), Апуримак (Apuřimac) и Куско (Cuzco) — велась в Перу, но в настоящее время их развитие приостановлено ввиду неблагоприятной конъюнктуры сырьевого рынка. Ввод в эксплуатацию этих месторождений позволил бы довести добычу скарно-магнетитовых руд до 300 млн т в год.

После 2025 г. количество сырья, добываемого на скарных объектах, начнет снижаться за счет истощения ресурсов на крупном месторождении Серро-Негро. Тем не менее, к 2030 г. оно окажется примерно на 20% больше, чем в настоящее время, хотя доля месторождений этого типа существенно не изменится.

Магматогенные титаномагнетитовые месторождения имеют еще меньшее значение. Добыча руд на таких объектах немногим превышает 100 млн т, при этом до 90% этого объема обеспечивают всего два месторождения — Гусевогорское в России и Паньжихуа в Китае. Подготовительные и строительные работы ведутся на пяти крупных титаномагнетитовых месторождениях: Собственно-Качканарском в России, Маунт-Пик (Mount Peake) и Балла-

Балла (Balla Balla) в Австралии, Блэк-Рок (Black Rock) в Канаде и Руотеваре (Ruotevare) в Швеции. При успешной реализации всех проектов добыча титаномагнетитовых руд может увеличиться более чем вдвое и сохранится на этом уровне в долгосрочной перспективе.

Среди второстепенных геолого-промышленных типов стоит упомянуть лишь апатит-магнетитовые месторождения, связанные с габброидами, а также с карбонатитами. Разработка первых ведется только в Швеции, однако на наиболее значимых из них — Кирунавара (Kirunavara) и Мальмбергет (Malmberget) — уже в среднесрочной перспективе ожидается истощение ресурсов сырья. Ввод в эксплуатацию еще одного шведского месторождения Левеаниеми (Leveaniemi) не компенсирует полностью выбытие мощностей. Единственное крупное месторождение апатит-магнетитовых руд, связанное с карбонатитами, Ковдорское в России обеспечено запасами железных руд более чем на 30 лет.

Как указывалось выше, данные о железорудной базе Китая неполны, в связи с чем не отражены на диаграмме. Тем не менее известно, что большая ее часть представлена железистыми кварцитами, на долю которых приходится около 60%. При этом качество их руд сравнительно низкое, а скопления богатых руд редки. Примерно 12% запасов сосредоточено в скарновых месторождениях, еще столько же — в титаномагнетитовых объектах, самым крупным из которых является Паньчжихуа в провинции Сычуань. Еще около 9% запасов железных руд Китая заключено в осадочных скоплениях оолитовых железных руд.

Прогноз добычи железных руд на важнейших месторождениях мира до 2030 г.

Основной объем железных руд извлекается из недр примерно ста крупных и средних по масштабу месторождений, при этом 33 крупных разрабатываемых объекта обеспечивают более трети мировой добычи. Главными центрами добычи железной руды на сегодняшний день является район Пилбара в Австралии, где разрабатываются месторождения Янди (Yandi), Яндикуджина (Yandiqujina), Чичестер (Chichester), Эриа-Си (Areea C), Ньюмен (Newman), Паннавоника (Pannawonica), Маунт-Том-Прайс, Хоп-Даунс-1 (Hore Downs 1) и др., железорудный район Каражас в Бразилии, Курская магнитная аномалия в России (Михайловское, Стойленское и Лебединское), Криворожский железорудный бассейн в Украине (Анновское, Ингулецкое) и месторождения Лабрадорской впадины в Канаде, крупнейшими из которых являются Монт-Райт (Mont Wright) и Кэрл-Лейк (Carol Lake).

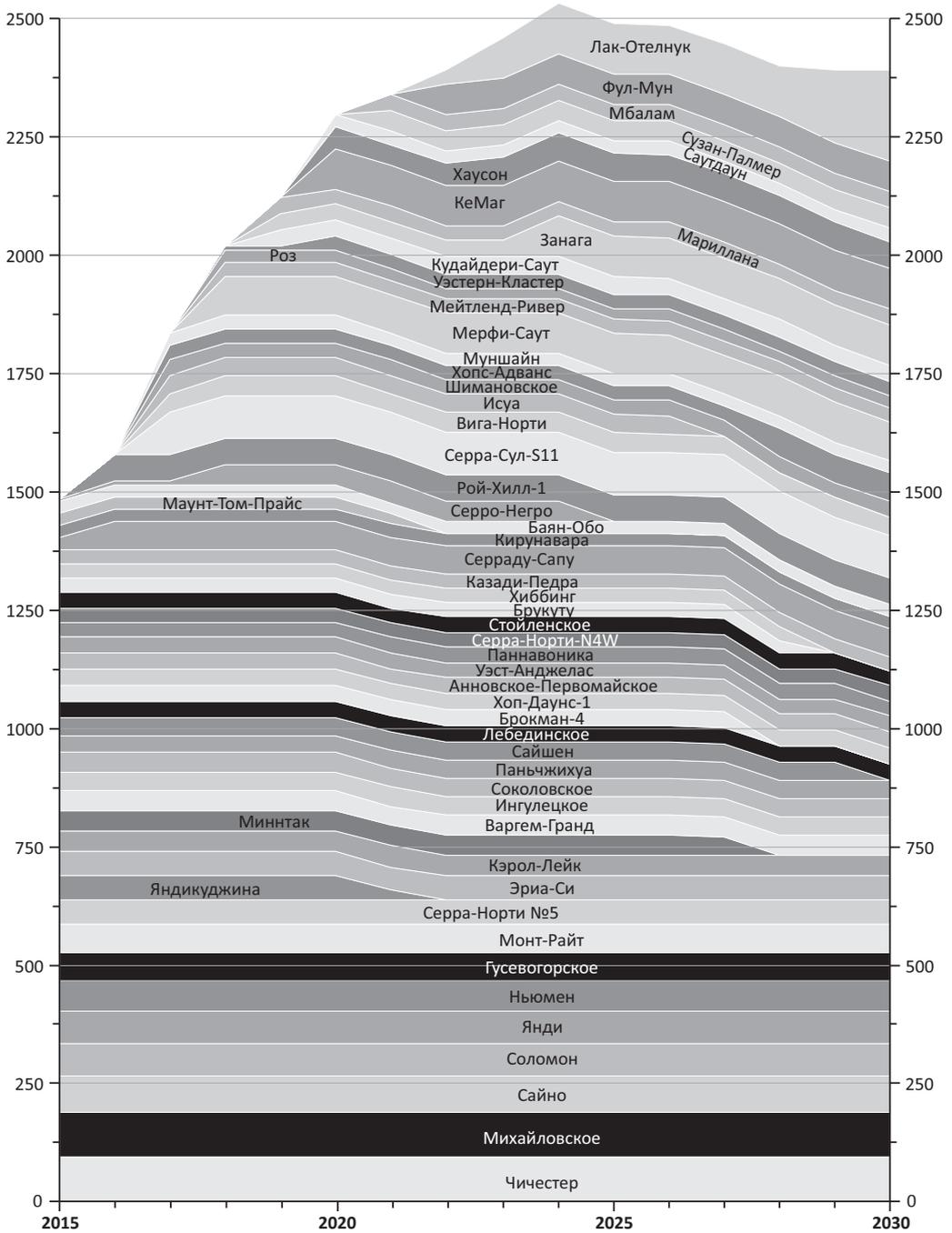


Рис. 1.3 Прогноз добычи железных руд на основе ресурсов важнейших месторождений мира в 2015–2030 гг., млн т

Сырьевая база большинства крупнейших объектов достаточна для продолжения эксплуатации как минимум до 2030 г. (рис. 1.3). Однако ресурсы некоторых крупных месторождений США (Миннтак и Хиббинг), Австралии (Маунт-Том-Прайс), будут выработаны уже в течение следующего десятилетия. К концу рассматриваемого периода закончатся ресурсы на месторождении Брукуту в Бразилии.

Однако выбывание этих мощностей будет с избытком компенсировано вводом в строй новых добывающих предприятий. В мире существует до восьми десятков проектов освоения новых месторождений железных руд, в том числе крупных и уникальных по масштабу (табл. 1.1). В Австралии в 2017 г. ожидался выход на полную мощность предприятия мощностью 55 млн т руды в год на крупном месторождении магнетитовых руд Рой-Хилл-1, а через год планировался запуск рудника производительностью 82 млн т руды в год еще на одном крупном объекте — Мерфи-Саут. Всего в Австралии осваиваются 17 новых месторождений. В Канаде ведется строительство рудников на месторождениях Лак-Отелнук, КеМаг, Файр-Лейк-Норт (Fire Lake North), Хопс-Адванс и др. совокупной мощностью свыше 330 млн т/г. сырой руды. При благоприятном сценарии эти предприятия станут крупнейшими в мире, только Лак-Отелнук сможет давать почти 200 млн т руды в год.

К 2030 г. может быть начата эксплуатация еще ряда крупных и гигантских месторождений в различных регионах, которые в совокупности смогут обеспечивать около трети мировой добычи железных руд. Самые значимые из них — Серра-Сул-S11 в Бразилии, Лак-Отелнук и КеМаг в Канаде, Мерфи-Саут в Австралии, а также серия объектов в африканских странах. Существенную долю внесут и российские месторождения, в том числе Собственно-Качканарское, Сутарское и Быстринское.

Таблица 1.1 Крупнейшие действующие проекты освоения месторождений железных руд в мире

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче сырой руды, млн т	Другие полезные компоненты
Железистых кварцитов					
Лак-Отелнук	Канада	FS	2022	192	
КеМаг		FS	2020	82	
Хопс-Адванс		PFS	2017	30	

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче сырой руды, млн т	Другие полезные компоненты
Роз	Канада	FS	2018	25	
Файр-Лейк-Норт		PEA	2019	23	
Мерфи-Саут	Австралия	FS	2018	82	
Хаусон		PFS	2020	45	
Джек-Хиллс		FS	2018	55	
Рой-Хилл-1		FS	2016	55	
Сузан-Палмер		PFS	2021	41,5	
Мариллана		FS	2019	32	
Саутдаун		FS	2020	27,7	
Офталмия		FS	2019	15	
Уилуна-Уэст		PFS	2017	7	
Вига-Норти		Бразилия	FS	2017	40
Пау-ди-Винью	нет данных		2020	22	
Жамбрейру	BFS		2017	6,5	
Исуа	Дания (Гренландия)	FS	2017	38	
Занага	Конго	FS	2019	86	
Касала-Китунгу	Ангола	нет данных	2017	19	
Мбарга (проект Мбалам)	Камерун	PFS	2021	15	
Шимановское	Украина	FS	2017	32	
Уэстерн-Кластер	Либерия	нет данных	2018	30	
Агбаджа	Нигерия	PFS	2018	13,3	
Сутарское	Россия	нет данных	2022	5	
Костеньгинское		нет данных	2020	12	
Нимба	Гвинея	PFS	2019	3	

Добычные возможности недр

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче сырой руды, млн т	Другие полезные компоненты
Гематит-мартит-гётитовый в железистых кварцитах					
Серра-Сул-S11	Бразилия	нет данных	2017	90	
Кудайдери-Саут	Австралия	нет данных	2019	35	
Дейвидсон-Крик		FS	2017	15	
МакФи-Крик		PEA	2017	12	
Силверграсс-Ист		нет данных	2018	10	
Блэксмит		PFS	2020	6–18	
Корунна-Даунс	Австралия	PFS	2020	4	
Авима	Конго	нет данных	2019	20	
Набеба (проект Мбалам)		FS	2021	20	
Калиа-I	Гвинея	FS	2021	7,3	
Джойс-Лейк	Канада	FS	2017	3	
Мелетсе	ЮАР	нет данных	2020	5	
Магнетитовый в скарнах					
Серро-Негро	Чили	нет данных	2015	8,5–45	
Сэлэнгэ	Монголия	FS	2017	15,8	
Снейфелл	Австралия	PEA	2018	5,5–11	
Быстринское	Россия	FS	2017	10	Cu, Au, Ag
Гаринское		FS	2023	10	
Таежное		нет данных	2023	10	
Титаномагнетитовый в габброидах					
Собственно-Качканарское	Россия	нет данных	2021	10	
Большой Сейим		PEA	2018	3	Ti, V, P ₂ O ₅
Балла-Балла	Австралия	FS	2017	12,2	Ti
БлэкРок	Канада	нет данных	2021	10,8	

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче сырой руды, млн т	Другие полезные компоненты
Маунт-Пик	Австралия	PFS	2017	5	Ti, V
Объект P-Q Zone	ЮАР	PEA	2020	5	Ti
Отанмяки	Финляндия	PEA	2018	1,5–2	V, Ti
Муставаара		PFS	2019	3,2	V, Ti

*PEA — preliminary economic assessment (в т.ч. scoping study и front and engineering design study), PFS — pre-feasibility study, FS — feasibility study (в т.ч. definitive feasibility study)

Однако низкий уровень цен на железорудное сырье может внести в планы горнодобывающих компаний существенные коррективы. Так, ряд проектов освоения новых железорудных месторождений, начатых в период высоких цен, в настоящее время отложен. Среди них — такие крупные, как Симанду (Simandu) в Гвинее, Блок-103 (Block 103) в Канаде, Жибоя (Jiboia) в Бразилии и ряд других (табл. 1.2).

Таблица 1.2 Проекты освоения месторождений железных руд с отложенной реализацией

Проект	Страна	Стадия освоения*	Проектная мощность по сырой в руде, млн т
Железистых кварцитов			
Симанду	Гвинея	нет данных	90
Блок-103	Канада	PEA	60
Дункан-Лейк		PEA	41
Бонг	Либерия	нет данных	33
Муншайн	Австралия	SS	27,3
Ридли		PEA	48
Уларринг		PFS	5,5
Норт-Стар		нет данных	4,2
Харди		PFS	10

Проект	Страна	Стадия освоения*	Проектная мощность по сырой в руде, млн т
Мейтленд-Ривер	Австралия	PEA	30
Магнетайт-Рейндж		нет данных	18
Аполо	Бразилия	нет данных	24
Бон-Сусесу		нет данных	25
Жакуипи		нет данных	15
Жибоя		FS	67,5
Педра-ди-Ферру		нет данных	38
Серена		нет данных	20
Марампа		Сьерра-Леоне	PEA	10
Майоко	Конго	нет данных	14
Гельб-эль-Аудж	Мавритания	FS	17
Миннесота	США	нет данных	13
Сидеритовый			
Валентинес	Уругвай	FS	27
Магнетитовый в скалах			
Тапули	Швеция	нет данных	18
Сахаваара		нет данных	7
Ханнукайнен	Финляндия	FS	5

* PEA — preliminary economic assessment (в т.ч. scoping study и front and engineering design study), PFS — pre-feasibility study, FS — feasibility study (в т.ч. definitive feasibility study)

Прогноз добычи железных руд основных стран-производителей до 2030 г.

Запасами и ресурсами железных руд располагают более 50 стран мира (табл. 1.3). На сегодняшний день промышленные запасы (proved+probable reserves) железных руд в мире, по нашим данным, достигают 150 млрд т, а их суммарные ресурсы (measured+indicated+inferred resources) превышают 660 млрд т.

Таблица 1.3 Ресурсы и запасы железных руд в мире, млн т

Страна	Категория	Значение
Россия*	Запасы категорий А + В + C₁	58448
	Запасы категорий А + В + C ₁ + C ₂	110043
Австралия**	Proved + Probable Reserves	21903
	Measured + Indicated + Inferred Resources	137974
Алжир	Measured + Indicated + Inferred Resources	4792
Аргентина	Indicated + Inferred Resources	396,3
	Reserves	200
Афганистан	Indicated Resources	1800
Боливия	Resources	40000
Бразилия	Proved + Probable Reserves	31113
	Measured + Indicated Resources + Resources	50466
Венесуэла	Reserves	1912
	Measured + Indicated + Inferred Resources + Resources	4875
Вьетнам	Reserve	582
	Measured + Indicated + Inferred Resources	743
Габон	Measured + Indicated + Inferred Resources	860
Гана	Inferred Resources + Resources	1462
Гвинея	Proved + Probable Reserves	1957,8
	Measured + Indicated + Inferred Resources + Resources	11218,4
Дания (Гренландия)	Indicated + Inferred Resources	1107
Египет	Reserves	685
	Measured + Indicated Resources	685
Индия**	Proved + Probable Reserves + Reserves	6642
	Measured + Indicated + Inferred Resources + Resources	31323

Добычные возможности недр

Страна	Категория	Значение
Индонезия	Reserves	130,5
	Measured + Indicated + Inferred Resources	857,4
Иран	Proved + Probable Reserves + Reserves	937,7
	Measured + Indicated + Inferred Resources + Resources	2110,3
Казахстан	Proved + Probable Reserves + Reserves + запасы категорий A + B + C₁	2653,6
	Measured + Indicated + Inferred Resources + запасы категорий A + B + C ₁ + C ₂	6911,6
Камерун	Probable Reserves	153,6
	Indicated + Inferred Resources	6818,2
Канада	Proved + Probable Reserves	14807,5
	Measured + Indicated + Inferred Resources	92633
Киргизия	Resources	1303
Китай**	Reserves	20656
	Resources	84340
Колумбия	Measured Resources	185
Конго	Proved + Probable Reserves	2468,5
	Measured + Indicated + Inferred Resources	11347
Корея Северная	Resources	3430
Кот-д'Ивуар	Measured + Indicated + Inferred Resources	1000
Куба	Proved + Probable Reserves	60,5
	Measured + Indicated + Inferred Resources	492,2
Либерия	Proved + Probable Reserves	501
	Measured + Indicated + Inferred Resources + Resources	13310
Ливия	Measured Resources	795
Мавритания	Proved + Probable Reserves + Reserves	1121
	Measured + Indicated + Inferred Resources + Resources	8821

Страна	Категория	Значение
Мадагаскар	Resources	800
Мали	Proved + Probable Reserves	100
	Measured + Indicated Resources + Resources	600
Мексика	Proved + Probable Reserves	508,2
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1193,3
Монголия	Proved + Probable Reserves + Reserves	414,7
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1233,4
Мьянма	Probable Reserves	302
	Resources	550
Нигерия	Probable Reserves	205
	Indicated + Inferred Resources + Resources	886
Норвегия	Proved + Probable Reserves	198,6
	Measured + Indicated + Inferred Resources	551,4
Парагвай	Inferred Resources	8284,5
Перу	Proved + Probable Reserves	1452**
	Measured + Indicated + Inferred Resources + Resources	2991,9
Саудовская Аравия	Indicated + Inferred Resources	382
Сенегал	Resources	750
США	Proved + Probable Reserves	4668,2
	Measured + Indicated + Inferred Resources	5612,7
Сьерра-Леоне	Probable Reserves	532
	Measured + Indicated + Inferred Resources	14488,9
Танзания	Proved Reserves	45
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1545
Узбекистан	Запасы категории C₂	452,3

Страна	Категория	Значение
Украина	Proved + Probable Reserves + Reserves + запасы категорий A + B + C₁	9108,8
	Measured + Indicated + Inferred Resources + запас категорий A + B + C ₁ + C ₂	35000
Уругвай	Measured + Indicated + Inferred Resources	2500
Филиппины	Proved + Probable Reserves	396
	Measured + Indicated + Inferred Resources	528
Финляндия	Proved + Probable Reserves	214
	Measured + Indicated + Inferred Resources	417
Чили	Proved + Probable Reserves + Reserves	1756
	Measured + Indicated + Inferred Resources + Resources	7655
Швеция	Proved + Probable Reserves	1343
	Measured + Indicated + Inferred Resources	2754,5
ЮАР	Proved + Probable Reserves	1509
	Measured + Indicated + Inferred Resources	4436

† — сумма по известным месторождениям, если не указано иное

* — по данным официальных источников

** — по данным [9; 11; 10; 14]

Добыча железных руд в мире в 2015 г. составила 3,5 млрд т. Около трех четвертей мировой добычи обеспечивают всего четыре страны: Австралия (25%), Китай (21%), Бразилия (17,5%) и Россия (9,5%) (рис. 1.4). Выход товарной продукции составляет примерно две трети первоначального объема сырой руды; в 2015 г. мировое производство товарной руды составило 2,06 млрд т (табл. 1.4).

Таблица 1.4 Динамика производства товарных железных руд в мире в 2011–2015 гг., млн т

	2011	2012	2013	2014	2015
Россия	108,6	109,6	110,7	106,3	-106,3
Европа	114,5	115,35	118,85	119,35	110,85

	2011	2012	2013	2014	2015
Австрия	2,1	2,2	2,3	2,4	2,4
Босния и Герц.	1,9	2,1	2,1	2,1	2,1
Германия	0,5	0,45	0,45	0,45	0,45
Норвегия	2,7	3,3	3,4	3,8	3,3
Украина	81,2	80,8	83,4	82,4	78
Швеция	26,1	26,5	27,2	28,2	24,6
Азия	643,6	534,5	550,4	434,7	391,6
Вьетнам	3,2	2	2,5	2,3	2,4
Индия	192	152,6	136,1	139,7	142,5
Индонезия	11,3	10,3	10	2	0,5
Иран	35,5	37,5	38	48,5	39,4
Казахстан	17,6	16,7	19,4	15,5	11,4
Китай	359	289	315,2	194,7	180
Корея Северная	5,3	5,1	3,1	3,2	1,9
Малайзия	6,3	8,4	10,7	9,2	0,5
Монголия	5,5	6,3	7,4	9,6	5,8
Мьянма	2,7	1,6	2,5	3	1,2
Турция	5,2	5	5,5	7	6
Африка	70	93,25	104,7	111,5	82,1
Алжир	1,6	1,7	1	0,8	0,7
Египет	1,5	3	3	4,4	1,5
Либерия	1,3	3,25	4,1	4,9	4,3
Мавритания	11,4	11,5	13	13	11,6
Сьерра-Леоне	1,3	6,7	16,5	21,4	2,6
ЮАР	52,9	67,1	67,1	67	61,4
Америка	540,2	524,6	511,1	541,85	557,4
Бразилия	397	380,1	364	399,4	422,5
Венесуэла	16	16	19	5,85	8,3

	2011	2012	2013	2014	2015
Канада	37,1	39,4	41,8	44,2	46
Колумбия	0,2	0,4	0,7	0,7	0,4
Мексика	14,5	15,6	15,3	17,2	14,4
Перу	9,8	7	6,7	7,2	7,3
США	53,6	54	52	54,3	43,1
Чили	12	12,1	11,6	13	15,4
Ок.и Авст.	479,3	522,4	611,5	725,8	814,2
Австралия	477	520	609	723,7	811
Новая Зеландия	2,3	2,4	2,5	2,1	3,2
Итого	1956,2	1899,7	2007,3	2039,5	2062

По данным [19]

Австралия является ведущим продуцентом железорудной продукции, обеспечивая около 40% продукции, выпускаемой в мире, чему способствует высокое качество ее сырьевой базы. Значительная часть эксплуатируемых и осваиваемых месторождений страны сложена богатыми рудами, часто не требующими обогащения.

Всего в Австралии насчитывается около 70 эксплуатируемых и осваиваемых месторождений. Количество уже подсчитанных промышленных запасов и выявленных ресурсов позволяет в ближайшие шесть-семь лет увеличить добычные мощности почти в 1,3 раза, а к 2030 г. — почти на 40%. В полной готовности находится проект освоения месторождения Рой-Хилл-1, на котором построен рудник мощностью по добыче 55 млн т руды в год. Ввод в эксплуатацию еще шести крупных и средних объектов — Мерфи-Саут, Джек-Хиллс (Jack Hills), Силверграсс-Ист (Silvergrass East), Дэйвидсон-Крик (Davidson Creek), Макфи-Крик и Уилуна-Уэст (Wiluna West) — с совокупной мощностью почти 200 млн т сырой руды в год должен был состояться в 2017–2018 гг. В более отдаленной перспективе — в 2020–2021 гг. ожидается начало разработки месторождений Кудайдери-Саут, Сузан-Палмер, Хаусон (Hawson) и Саутдаун (Southdown) с совокупным годовым объемом добычи свыше 130 млн т. Необходимо отметить, что подавляющая часть осваиваемых месторождений страны сложена магнетитовыми железистыми кварцитами с содержанием железа в рудах до 35%; единственным крупным объектом с богатыми рудами является Кудайдери-Саут. С вводом их в эксплуатацию

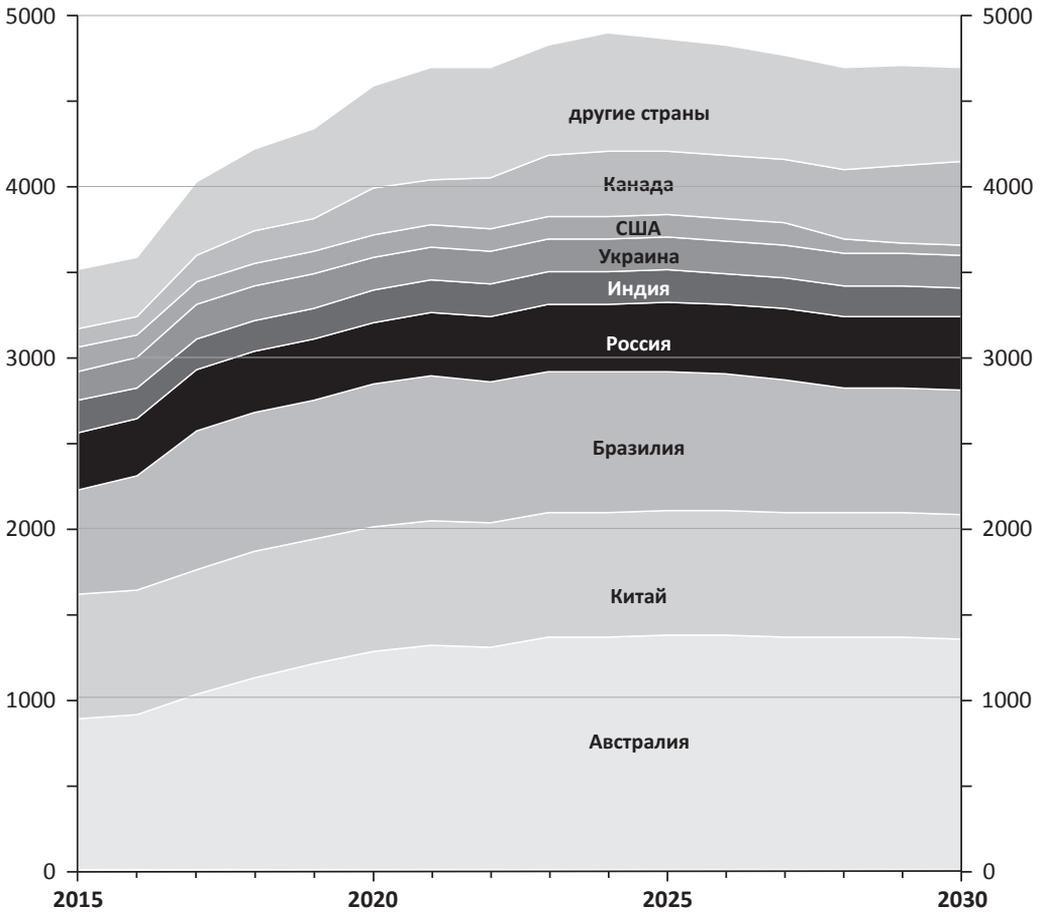


Рис. 1.4 Прогноз добычи железных руд на основе ресурсов стран-производителей в 2015–2030 гг., млн т

доля небогатых руд в суммарной добыче железорудного сырья к концу рассматриваемого периода увеличится с сегодняшних 15% до примерно 35%.

Китай занимает вторую позицию по объему добычи сырой железной руды, но при этом он многократно уступает Австралии и Бразилии по выпуску товарной продукции. Это связано с низким качеством железных руд, в связи с чем китайские производители вынуждены извлекать из недр и перерабатывать значительно большее количество сырья, чем компании, разрабатывающие залежи богатых руд.

Согласно официальным статистическим данным, Китай располагает достаточной сырьевой базой железных руд для обеспечения добычи на уровне 2015 г. вплоть до 2030 г. и далее [11]. Вместе с тем, горно-геологические

условия разработки месторождений ухудшаются, а качество китайских руд снижается, на что указывает растущее соотношение объемов добычи сырой руды и производства товарной продукции. Это позволяет предполагать, что процесс закрытия нерентабельных рудников будет расширяться, а производство железной руды — сокращаться. Еще одним косвенным указанием на проблемы сырьевой базы является то, что в последние годы китайские металлургические компании активно ищут пути выхода на крупные железорудные месторождения за рубежом — в Австралии и странах Африки, Азии и Латинской Америки.

В Бразилии в 2016 г. зафиксирован рост добычи сырой руды на 50 млн т/г. благодаря вводу в строй в 2014 г. нового рудника на месторождении Серра-ду-Сапу (Serra do Sapu). С вводом в эксплуатацию в 2017 г. еще одного крупного объекта Серра-Сул-S11 производственные мощности вырастут дополнительно на 90 млн т/г. При благоприятном сценарии развитие проекта Вига-Норти (Viga Norte) и наращивание мощности на действующем руднике Вига чуть позднее добавят еще 60 млн т руды в год. К 2021 г. планируется завершение еще одного проекта — Пау-ди-Винью (Pau de Vinho), что обеспечит дополнительно 22 млн т руды в год. Реализация еще ряда проектов — Аполо (Apolo), Педра-ди-Ферру (Pedra de Ferro), Бон-Сусесу (Bom Sucesso), Жибоя и Серена (Serena) приостановлена вследствие падения цен на сырье; негативное влияние на развитие железорудной промышленности оказывает также сопротивление коренных жителей, протестующих против строительства горнорудного производства из-за экологического ущерба, наносимого окружающей среде. Тем не менее, некоторые из этих проектов, в частности Бон-Сусесу, практически готовы к вводу в эксплуатацию и по мере восстановления цен на железорудное сырье могут быть реализованы за счет партнерства с новыми инвесторами.

В России перспективы роста производства железных руд скромнее. В 2014 г. заработал рудник на базе Березовского месторождения бурых железняков в Забайкальском крае. Позднее, в 2017 гг., в том же регионе введено в эксплуатацию Быстринское золото-железо-медное месторождение; выход на полную мощность (10 млн т сырой руды в год) запланирован на начало следующего десятилетия. В следующем десятилетии возможен ввод в эксплуатацию Собственно-Качканарского месторождения титаномагнетитовых руд в Свердловской области, объектов Таежной и Тарыннахской групп в Республике Саха (Якутия), Костеньгинского, Кимканского и Сутарского месторождений в Еврейской автономной области, где ведется проектирование комплекса предприятий черной металлургии. В 2023 г. ожидалось начало эксплуатации Гаринского месторождения в Амурской области, хотя выполнение его пока

приостановлено из-за невысоких цен на железную руду. Успешная реализация этих и менее значимых проектов позволит к 2030 г. нарастить добычу железных руд примерно на четверть от сегодняшнего уровня, до 425 млн т.

Весомый вклад в рост мировой добычи железорудного сырья обеспечит Канада. В обозримом будущем запланирован ввод в эксплуатацию пяти новых объектов, подготовка трех из которых — Хопс-Адванс, Роз (Rose) и Файр-Лейк-Норт, расположенных в провинции Ньюфаундленд и Лабрадор — близка к завершению. Начало разработки таких крупных месторождений, как КеМаг и Лак-Отелнук, ожидается после 2020 г. По мере развития самого крупного проекта Лак-Отелнук и его выхода на полную мощность (190 млн т/г. сырой руды), запланированного на 2030 г., добыча железорудного сырья в стране превысит 490 млн т/г. Кроме того, есть ряд проектов, временно приостановленных из-за ухудшения ситуации на рынке сырья, их суммарная мощность оценивается в 200 млн т/г. сырой руды. Развивая эти проекты, страна может выйти на четвертую позицию в рейтинге ведущих продуцентов, обогнав Индию и Россию. Однако канадские руды, как правило, не отличаются высоким качеством, содержание железа в них не превышает 30–35%. Поэтому производство товарной руды в Канаде даже при условии реализации всех имеющихся проектов не превысит 150 млн т в год.

В ближайшие годы не исключено усиление влияния на мировой рынок стран африканского континента. В настоящее время основная добыча железных руд осуществляется в ЮАР и в небольших объемах — в Мавритании, Либерии, Сьерра-Леоне, Египте и Алжире; здесь же ведутся активные работы по разведке залежей и сооружению новых предприятий. Кроме того, ряд крупных проектов по освоению месторождений реализуется в Конго и Камеруне. В целом на африканском континенте насчитывается около двух десятков перспективных месторождений, на базе которых могут быть созданы крупные рудники по производству железорудного сырья.

В ЮАР ресурсная база вполне достаточна, чтобы поддерживать производство руды на текущем уровне в течение длительного времени в основном за счет действующих рудников. До 2020 г. будет введено в эксплуатацию два небольших месторождения, Мелетсе (Meletse) и Объект P-Q Zone суммарной мощностью 10 млн т/г. Кроме того, известно несколько железорудных площадей в провинциях Мпумаланга и Лимпопо, таких, как Делфт (Delft), Малелане (Malelane), на которых южноафриканские компании активно проводят геологоразведочные работы.

В Сьерра-Леоне в настоящее время ведется разработка только одного месторождения Марампа (Marampa). Реализация одноименного проекта, включающего ряд перспективных площадей, отложена в связи неблагопри-

ятной ситуацией на сырьевом рынке. Приостановлена и работа рудника на гигантском месторождении Тонколили (Tonkolili).

В Мавритании также ведется разработка одного месторождения — Кедиа-Иджиль (Kedia Idjil). Проект Гельб-эль-Аудж (Guelb el Aouj), где предполагалось строительство предприятия производительностью по сырой руде 17 млн т/г и 7 млн т окатышей, отложен. Рассматривалась возможность освоения крупного месторождения Лебтения (Lebtheinia), где, согласно оценке, можно добывать до 100 млн т руды в год и выпускать до 30 млн т окатышей, однако пока этот проект не реализуется.

С 2011 г. ведется разработка гигантского месторождения Маунт-Нимба (Mt Nimba) в Либерии с ресурсами свыше 2 млрд т, принадлежащего сталелитейному гиганту *ArcelorMittal*. К 2018 г. ожидается ввод в эксплуатацию еще одного горнодобывающего предприятия максимальной мощностью до 30 млн т сырой руды в год, которое будет эксплуатировать объекты группы Уэстерн-Кластер (Western Cluster).

Заметным поставщиком железорудного сырья может стать Гвинея. Австралийская компания *Bellzone Mining (BZM)* развивает крупнейший железорудный проект Калия, его ресурсы оцениваются в 6,16 млрд т железной руды. В 2021 г. должна быть введена в эксплуатацию первая очередь предприятия, которое будет разрабатывать участки богатых гематитовых руд, не требующих обогащения. Однако для этого необходимо сооружение 285 км железнодорожного полотна, соединяющего предприятие с магистральной трассой, ведущей к порту Конте, и строительство дополнительных портовых мощностей. Крупные капитальные затраты на фоне низких цен на сырье могут поставить под угрозу реализацию проекта. Срок сдачи второй очереди проекта пока неизвестен. Из-за слабой конъюнктуры сырьевого рынка и неясных перспектив на ближайшее десятилетие компания *Rio Tinto* приостановила освоение крупного месторождения Симанду с ресурсами высококачественных гематитовых руд 2,4 млрд т и проектируемой мощностью рудника 90 млн т/г.

В Конго в рамках реализации проекта Мбалам (Mbalam) осваивается месторождение Набеба, кроме того, подготавливаются к эксплуатации крупные месторождения Занага и Авима (Avima). Совокупная производственная мощность по добыче сырой руды превысит 120 млн т в год. Реализация этих планов позволит стране стать ведущим продуцентом железорудного сырья на африканском континенте.

Другая часть проекта Мбалам находится на территории Камеруна, где осваивается месторождение магнетитовых руд Мбарга. К 2021 г. предполагается сооружение рудника годовой мощностью 15 млн т.

Негативную динамику показывают в основном продуценты «второго эшелона», такие как США, Мексика, Чили и другие страны. Запасы богатых руд в США и Мексике практически полностью отработаны, качество остаточных запасов — низкое, что не позволяет вести их рентабельную отработку. Выход на полную мощность рудника на месторождении Серро-Негро в Чили, запланированный на 2018 г., позволит обеспечивать до 70% производства железорудного сырья в стране. Но в этом случае его ресурсы будут исчерпаны уже в середине следующего десятилетия. Чтобы продлить работу предприятия, потребуются дополнительные геологические изыскания. Ресурсная база железных руд Казахстана и Украины достаточна для поддержания добычи железных руд на текущем уровне до 2030 г. и далее.

Таким образом, при условии выполнения имеющихся проектов максимум добычи железных руд ожидается к 2024 г., и по сравнению с уровнем 2015 г. она может вырасти почти на 40%. Позднее возможен незначительный спад производства, тем не менее к 2030 г. объем добываемого сырья может оказаться на треть больше, чем сегодня. Следует отметить, однако, в реальности рост добычи будет определяться потребностями рынка и можно ожидать, что часть проектов завершена не будет.

Прогноз добычи железных руд горными компаниями до 2030 г.

Мировой рынок железных руд сохраняет высокий уровень консолидации. Шесть компаний — бразильская *Vale S. A.*, транснациональные *Rio Tinto*, *BHP Billiton Ltd.* и *ArcelorMittal*, австралийская *Fortescue Metals Group* и российская УК «Металлоинвест» обеспечивают около половины мирового производства железных руд (рис. 1.5).

На сегодняшний день крупнейшим продуцентом железорудного сырья является бразильская горнорудная компания *Vale S. A.* На ее долю приходится свыше 85% железорудной продукции Бразилии и около 17% мирового производства. В 2015 г. компания добыла 450 млн т сырой руды, из которой произвела 346 млн т окатышей и товарной руды.

Структура горнопромышленного комплекса компании состоит из трех систем — Северной, Южной, Юго-Восточной и расположенного на юго-западе страны горнорудного района Корумба-Урукун.

Северная система (железорудный район Каражас) включает три масштабных горнодобывающих комплекса — Серра-Сул, Серра-Норти и Серра-Лести (*Serra Leste*). В Южную систему входят три добывающих комплекса: Минас-Итабириту (*Minas Itabirito*), Варген-Гранди (*Vargen Grande*) и Па-

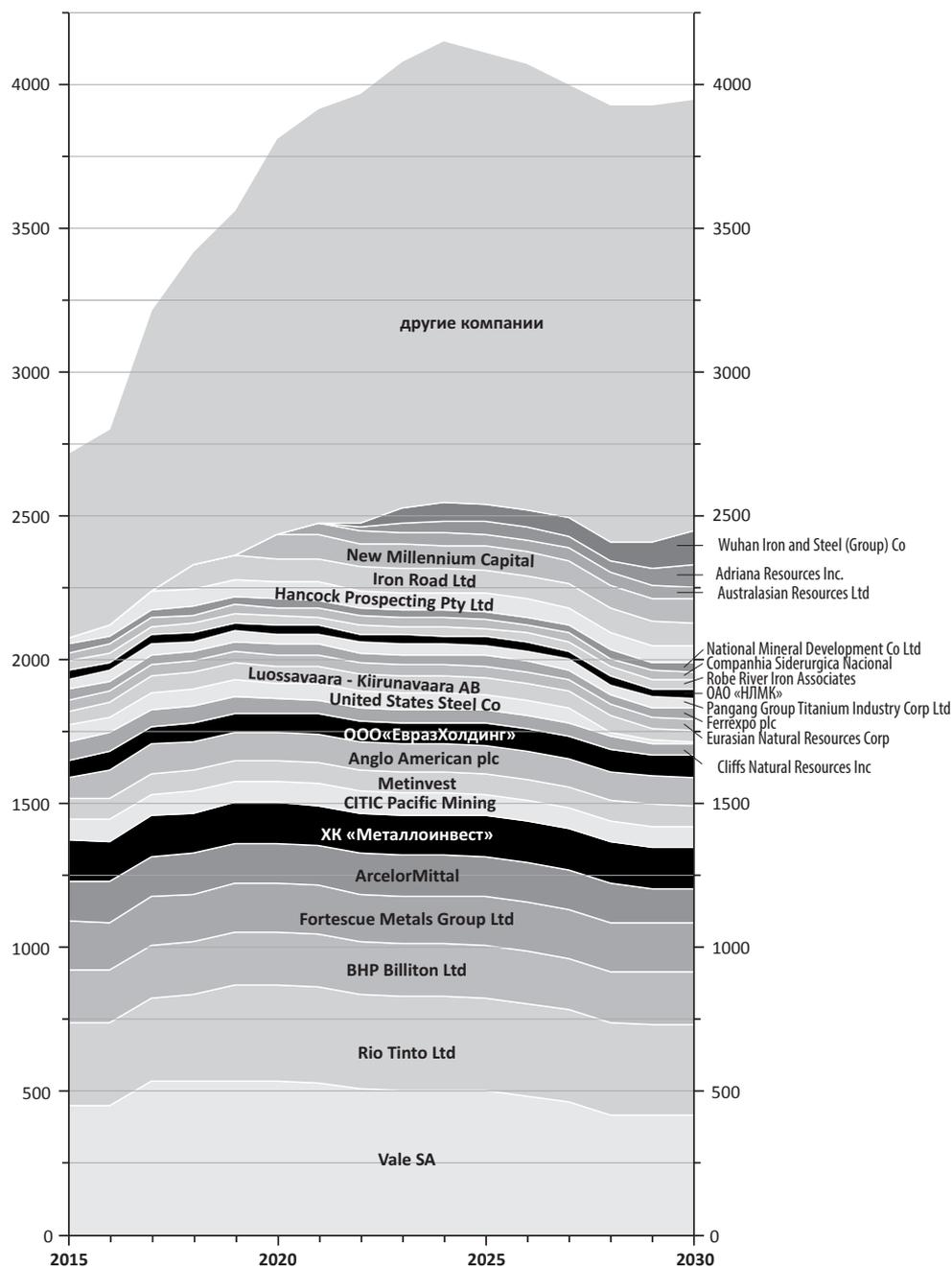


Рис. 1.5 Прогноз добычи железных руд на основе ресурсов, находящихся в распоряжении добывающих компаний, в 2015–2030 гг., млн т

раопеба; здесь работают 11 рудников и девять обогатительных фабрик. В Юго-Восточной системе располагаются три железорудных района — Итабира, Минас-Сентрайс (Minas Centrais) и Мариана (Mariana), где функционируют восемь рудников и десять обогатительных фабрик. В районе Корумба-Урукун в производственный процесс вовлечены два небольших горнодобывающих комплекса [17]. Значительная часть готового сырья производится в виде окатышей.

В настоящее время компания осуществляет широкомасштабные инвестиции в приоритетный проект Серра-Сул-S11, предполагающий сооружение горно-обогатительного комплекса годовой мощностью 90 млн т товарной руды в год. Проект готов на 80%, начало производства ожидалось в конце 2017 г. [18]. В то же время другой проект — Аполо расчётной мощностью по добыче 24 млн т/г. богатых руд — из-за финансовых проблем компании отложен на неопределенное время [1].

Ближайший конкурент *Vale S. A.*, компания *Rio Tinto* свою основную деятельность осуществляет в Австралии, где эксплуатирует в районе Пилбара 15 рудников; наиболее значимые из них — Хоп-Даунс, Яндикуджина, Маранду (Marandoo), Уэст-Анджелас (West Angelas), Маунт-Том-Прайс. Компании принадлежат также три морских порта и сеть железных дорог протяженностью 1700 км [15].

В Канаде совместно с японской компанией *Mitsubishi Corp.* и местным продуцентом *Labrador Iron Ore Royalty Corp.* компания разрабатывает крупное месторождение железистых кварцитов Кэрл-Лейк с ресурсами в количестве 2,5 млрд т. Доля компании на предприятии составляет 58%, в 2015 г. ею выпущено 10,3 млн т концентрата.

Совокупное производство железных руд *Rio Tinto* в 2015 г. достигло 252,6 млн т, добыча сырой руды превысила 287 млн т.

Несмотря на сложную обстановку на мировых сырьевых площадках, компания продолжает освоение двух месторождений богатых гематит-мартит-гётитовых руд в районе Пилбара — Кудайдери-Саут и Силверграсс-Ист. На них проектируется сооружение предприятий годовой мощностью 35 млн т и 10 млн т товарной продукции соответственно [15; 16]. Запуск новых рудников планируется в 2018–2019 гг.

В то же время в 2016 г. компания заявила о намерении заморозить гвинейский проект Симанду общей стоимостью 20 млрд долл. *Rio Tinto* получила права на освоение месторождения еще в 1997 г., но долгое время не могла приступить к работам из-за конфликта с местными властями. В результате благоприятное время, когда мировые цены на ЖРС находились на высоком уровне, было упущено. Теперь, в условиях неблагоприятной конъюнктуры

сырьевого рынка огромные расходы на строительство предприятия и железнодорожной и портовой инфраструктуры, необходимые для завершения проекта, по мнению руководства компании, не оправданы. Согласно новой стратегии, *Rio Tinto* доведет до конца железорудные проекты в Австралии, но дальнейшие крупные капиталовложения в эту отрасль не планируются.

Компания *BHP Billiton Ltd.* ведет разработку железорудных месторождений в Австралии, в районе Пилбара. Это, в первую очередь, месторождения Ньюмен, Джимблебар (Jimblebar), Янди и Эриа-Си. Практически все разрабатываемые месторождения связаны между собой ветками железных дорог, которые вливаются в две крупные магистрали, обеспечивающие транспортировку железных руд к морским терминалам Порт-Хедланд и Дампьер.

В Бразилии *BHP Billiton Ltd.* совместно с *Vale S.A* владеет предприятием Самарко (Samarco) годовой мощностью до 30 млн т окатышей. Однако из-за аварии в 2015 г. рудник законсервирован, сроки возобновления работ неизвестны.

В результате производство товарной руды снизилось относительно предыдущего года на 3,5% и составило немногим более 170 млн т, объем добытой сырой руды составил 182 млн т [5]. Проектов по расширению добычных мощностей компании в настоящее время нет, поскольку имеющаяся сырьевая база может поддерживать производство железной руды на текущем уровне в течение длительного времени.

Стремительные темпы развития железорудного сектора демонстрирует австралийская компания *Fortescue Metals Group*: производство железной руды в 2014 г. выросло более чем в 1,5 раза относительно предыдущего года и составило 148 млн т, в 2015 г. увеличилось еще на 13% до 167,5 млн т [8]. С 2008 г. компания эксплуатирует рудники Клаудбрейк (Cloudbreak) и Кристмас-Крик (Christmas Creek), запасы которых оцениваются почти в 1,5 млрд т высококачественных руд. В 2013 г. компания начала разработку крупного месторождения Соломон (Solomon) с запасами в количестве 900 млн т.

В конце 2014 г. компания отчиталась о завершении строительства нового рудника Айрон-Бридж (Iron Bridge) и сопутствующей ему инфраструктуры и намеревалась уже в 2015 г. наладить здесь производство концентрата [7]. Однако в настоящее время сведений о продвижении проекта нет. Очевидно, в условиях низких цен на руду *Fortescue* решила заморозить предприятие до лучших времен.

География железорудного производства компании *ArcelorMittal* обширна — ее предприятия расположены в Северной Америке, Бразилии, Либерии, Боснии, Казахстане и Украине. Около половины добычи железорудного

сырья обеспечивается рудниками Канады — Монт-Райт и Мэри-Ривер (Mary River) [4]. Данных по расширению добычных мощностей компании в настоящее время не имеется. Исходя из имеющихся сведений, ресурсная база компании позволит удерживать производство на уровне 120 млн т руды как минимум в течение ближайших полутора десятков лет.

УК «Металлоинвест» — один из ведущих продуцентов железной руды в России и мире. Производство железных руд сосредоточено на Михайловском и Лебединском ГОКах, которые разрабатывают три крупнейших месторождения в районе КМА — Лебединское, Михайловское и Стойло-Лебединское с совокупными запасами руды 14 млрд т. Объем добычи сырой руды компанией находится на уровне 140 млн т, однако из-за невысокого качества сырья выпуск концентрата и аглоруды не превышает 40 млн т [2]. В настоящее время у компании нет проектов по освоению новых месторождений: обширная сырьевая база позволит компании удовлетворить даже возрастающий спрос на сырье.

Помимо крупных продуцентов в мире действует целый ряд горнодобывающих компаний, многие из которых планируют стать значимыми игроками на мировом рынке.

Китайский сталелитейный производитель *Wuhan Iron and Steel (Group) Co.* и канадская горнорудная компания *Adriana Resources Inc.* совместно ведут освоение крупнейшего в Канаде месторождения магнетитовых руд Лак-Отелнук с промышленными запасами в объеме почти 5 млрд т [3]. Согласно плану, месторождение будет осваиваться в пять этапов, первый начнется в 2022 г., выход на полную мощность предприятия в 192 млн т сырой руды и 50 млн т концентрата ожидается к 2030 г. При этом результаты технико-экономического исследования, законченные в апреле 2015 г., показывают, что проект жизнеспособен только при более высоких ценах на железную руду. Компании предпринимают меры по минимизации затрат на развитие проекта до тех пор, пока ситуация на рынке железной руды не станет более благоприятной.

Канадская корпорация *New Millennium Capital* осуществляет развитие проекта в Канаде, включающего две железорудные площади с таконитовой минерализацией — КеМаг и соседнюю Лабмаг (LabMag) с совокупными запасами в количестве 5,8 млрд т. Проектом предусмотрено строительство карьера годовой мощностью 82 млн т сырой руды и завода по производству концентрата. Соинвесторами выступают индийская компания *Tata Steel*, владеющая 80% месторождения КеМаг, и местные власти (Naskapi Nation of Kawawachikamach), которым принадлежит 20% объекта Лабмаг. На основании ТЭО, законченного в 2014 г., должно было быть принято решение о разработке либо одного, либо обоих месторождений. Для развития проекта

необходимо строительство пульпопровода протяженностью более 600 км, который соединит завод по производству концентрата с фабрикой по изготовлению окатышей, расположенной в районе Сет-Иль. Стоимость только этой части проекта оценивается более чем в 1,7 млрд долл.; еще около 1 млрд долл. потребуется на расширение портовых мощностей и создание сопутствующей инфраструктуры [12; 13]. Согласно ТЭО, завершение строительства предприятий и инфраструктуры ожидается к 2020 г.

Австралийская компания *Iron Road Ltd* в 2018 г. намерена приступить к эксплуатации крупного месторождения Мерфи-Саут в Австралии с запасами около 2 млрд т. Проектируется строительство предприятия годовой мощностью свыше 82 млн т сырой руды и 21 млн т концентрата.

Российская компания ООО «ЕвразХолдинг», помимо эксплуатации крупного Гусевогорского месторождения титаномагнетитовых руд в Свердловской области, владеет лицензией на освоение в том же регионе Собственно-Качканарского титаномагнетитового месторождения с запасами железных руд в количестве 6,9 млрд т [6]. Проектная мощность по добыче сырой руды будущего горнодобывающего комплекса — 10 млн т/г. Разработка месторождения должна была начаться в 2015 г., однако ослабление сырьевого рынка вынудило компанию отложить начало функционирования предприятия как минимум на пять лет.

Прогноз добычи железных руд на эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях до 2030 г.

В целом эксплуатируемые в настоящее время железорудные месторождения мира с каждым годом будут давать все меньше сырья (Рис. 1.6). Истощение запасов на отдельных разрабатываемых объектах приведет к постепенному снижению объема добываемой на них руды к 2030 г. примерно на 10% относительно современного уровня.

Высокие цены на железорудное сырье, существовавшие на мировом рынке в 2011–2013 гг., привлекли в отрасль огромные инвестиции и стимулировали бурную деятельность компаний в сфере геологоразведочных работ и освоения новых месторождений. За этот период в мире было начато более 75 проектов, при условии успешной реализации которых добыча сырой руды в мире после 2022 г. могла бы вырасти почти на 2 млрд т в год.

Однако замедление спроса на металлургическую продукцию со стороны Китая нарушило баланс спроса и предложения на рынке и привело к резкому снижению цен на железную руду. К концу 2015 г. они упали более чем в три

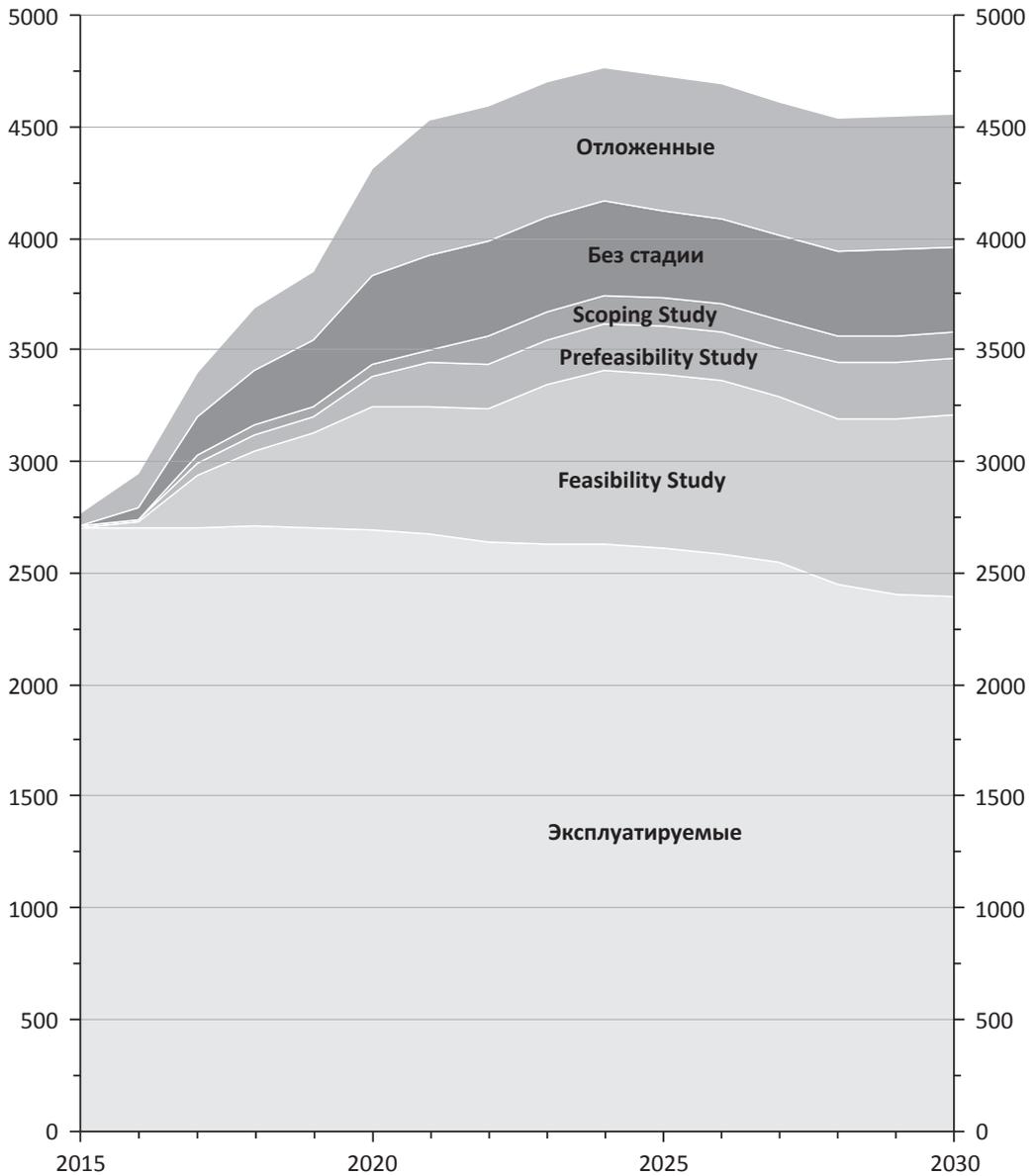


Рис. 1.6 Прогноз добычи железных руд на основе ресурсов эксплуатируемых и осваиваемых месторождений в 2015–2030 гг., млн т (без данных по месторождениям Китая)

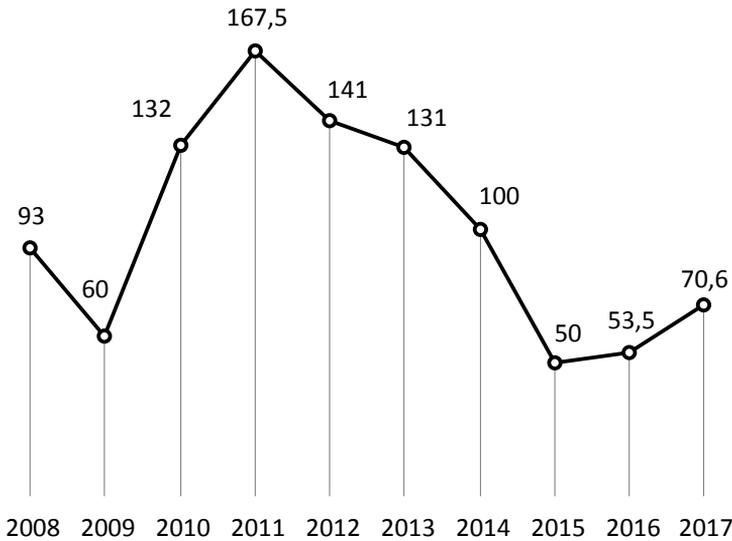


Рис. 1.7 Динамика среднегодовых цен на товарные железные руды в 2008–2017 гг., долл./т

раза по сравнению с максимумом 2011 г. (рис. 1.7). Это привело к заморозке значительного числа железорудных проектов; известно по меньшей мере о 25 месторождениях, работы по освоению которых приостановлены или отложены на неопределенный срок. Среди них — очень крупные, такие как гвинейское Симанду, где проектировался рудник мощностью 90 млн т/г. богатых железных руд, канадские Блок-103 и Дункан-Лейк (Duncan Lake), австралийские Ридли (Ridley) и Мейтленд-Ривер (Maitland River), а также бразильские Жибоя, Педра-ди-Ферру и Аполо. Суммарно на этих объектах могло бы добываться свыше 600 млн т железных руд.

Необходимо, однако, подчеркнуть, что большинство закрытых проектов находилось на ранних стадиях реализации. Работы практически на всех месторождениях, близких к началу эксплуатации (находящихся на feasibility study), за исключением небольшого проекта Ханнукайнен в Финляндии, продолжались. Таких проектов в мире насчитывалось в 2015 г. не менее 24. Ряд проектов уже реализован. В период 2015–2017 гг. введены в строй рудники на месторождениях Рой-Хилл-1 в Австралии предельной мощностью по добыче 55 млн т/г., Серра-Сул-S11 в Бразилии с проектной добычей 90 млн т/г. богатых руд, Быстринском в России (10 млн т).

Благодаря этому производство товарных железных руд в 2017 г. на новых предприятиях составило более 70 млн т. Это позволило компенсировать уменьшение поступления сырья с давно эксплуатируемых месторождений и обеспечить спрос на ЖРС в мире (рис. 1.8).

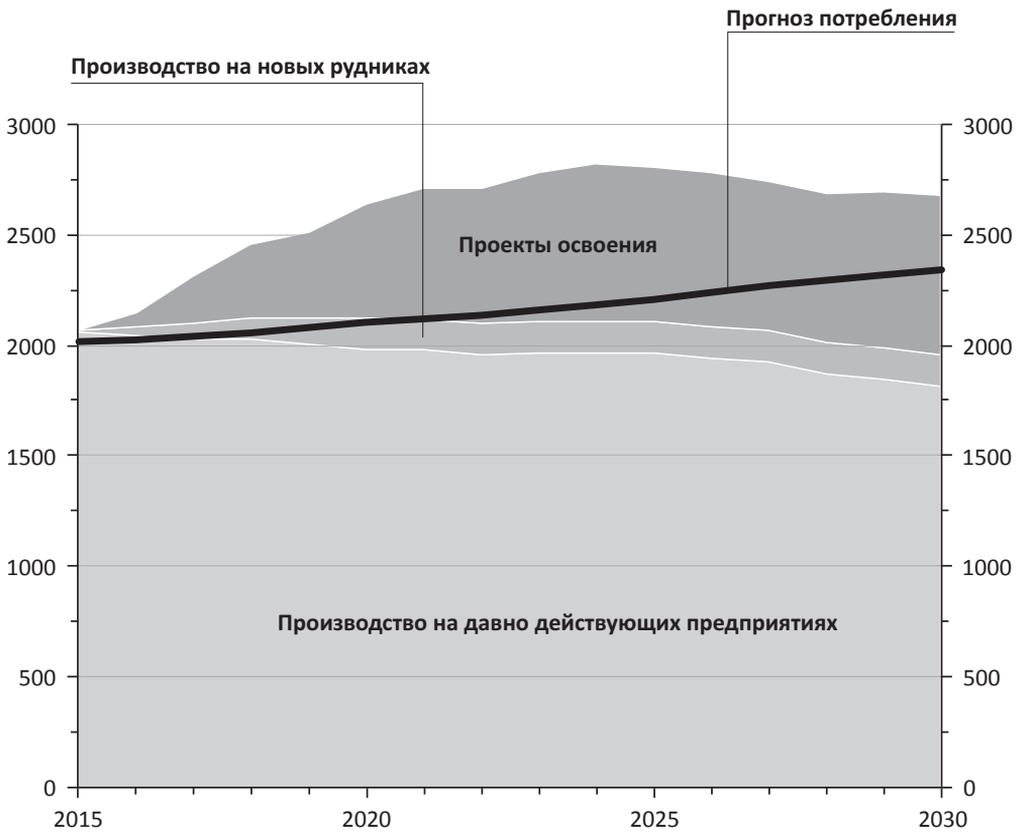


Рис. 1.8 Производство и потребление железорудной продукции в 2015–2017 гг. и прогноз на 2018–2030 гг., млн т

Рост цен на железорудное сырье, начавшийся в 2016 г., связан с тем, что себестоимость добычи железных руд в Китае, их главном мировом потребителе, продолжает расти, в связи с чем становится более привлекательным ввоз более дешевого сырья из Австралии, Бразилии и с африканских месторождений, которые осваиваются с участием китайских компаний. Это, как ожидается, поддержит осуществление проектов с низкой проектируемой себестоимостью добычи, особенно высокой степени готовности. В этом случае можно предполагать дальнейший рост производства железорудного сырья. При условии, что все имеющиеся проекты, находившиеся в 2015 г. на *feasibility study*, будут своевременно реализованы, к 2024 г., когда будут выведены на полную мощность рудники на крупнейших месторождениях КеМаг в Канаде, Мерфи-Саут в Австралии, Серра-Сул-S11 в Бразилии и работает первая очередь рудника на месторождении Лак-Отелнук, совокупная

добыча сырья на них может превысить 420 млн т. Очевидно, что этого не произойдет, поскольку в таком случае увеличивающийся объем предложения на рынке при сравнительно медленно растущем потреблении может вновь обрушить рынок железорудного сырья. Тем не менее, высокорентабельные предприятия, вероятно, будут введены в строй.

Еще на 14 проектах проводятся работы *prefeasibility study*; максимальная добыча на них (247 млн т), при условии их успешного завершения, может быть достигнута к 2028 г. Вероятность реализации проектов в запланированные сроки невысока, поскольку избыток поступления сырья на рынок в ближайшее время, по-видимому, сохранится. На ряде объектов выполнено только начальное экономическое исследование (*scoping study*); эти объекты немногочисленны и не окажут серьезного влияния на рост добычи железных руд.

По целому ряду проектов мы не располагаем полной информацией, в частности, о том, на какой стадии освоения они находятся. Тем не менее известно, что ввод в эксплуатацию ряда месторождений планируется уже в ближайшие годы, а выход на максимальную мощность в объеме 425 млн т ожидается не позднее 2021 г.

В целом, при условии успешной реализации всех выполняющихся в мире проектов освоения новых железорудных месторождений в середине следующего десятилетия добыча могла бы вырасти по сравнению с уровнем 2015 г. не менее чем на 50%. Мировая ресурсная база достаточно велика, чтобы обеспечить такой, и даже более значительный рост объемов добываемых железных руд.

В условиях сравнительно невысокого роста потребления ЖРС полукратный рост предложения, разумеется, маловероятен. Тем не менее очевидно, что в обозримой перспективе дефицит железорудного сырья на рынке не возникнет, а конкуренция на мировом рынке железорудного сырья (ЖРС) будет только нарастать. В этих условиях жизнеспособными окажутся проекты с низкой себестоимостью добычи.

В России в последние годы реализовывался целый ряд проектов освоения месторождений железных руд. Однако в существующих условиях становится вероятным, что не все они будут реализованы. Хорошие перспективы ввода в эксплуатацию имеют Сутарское и Костеньгинское месторождения в Еврейской АО, сырье которых по мере отработки Кимканского месторождения будет поставляться на недавно запущенный Кимкано-Сутарский ГОК. Хорошая обогатимость руд и развитая инфраструктура региона способствуют реализации этих проектов, а с окончанием строительства моста через р. Амур, который сократит путь в Китай, их эффективность заметно вырастет. Это улучшит и перспективы освоения Гаринского месторождения в Амурской области.

Однако очевидно, что внутренний рынок в его нынешнем состоянии плотить планируемый объем руды не сможет. Рассматривается возможность повысить экономическую эффективность освоения месторождений за счет строительства на Дальнем Востоке металлургического предприятия, на котором будет использоваться сырье местных ГОКов. Это будет зависеть от уровня потребления металлургической продукции в регионе и стране и перспектив поставок ее на экспорт.

Часть сырьевой продукции с новых добывающих предприятий на востоке страны может быть переориентирована на удовлетворение потребности в сырье действующих металлургических предприятий в других регионах, в частности, Объединенного Западно-Сибирского металлургического комбината в Западной Сибири, где наблюдается дефицит железных руд, а при острой необходимости поставляться на Череповецкий МК, сырьевая база которого в обозримом будущем будет неуклонно сокращаться. Однако высокие транспортные издержки могут оказаться препятствием для такого решения.

Таким образом, конкуренция на мировом рынке железорудного сырья и невысокие темпы роста его внутреннего потребления могут сдерживать дальнейшее освоение российской сырьевой базы железных руд.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Торговая система MetalTorg.Ru. Новости рынка металлов. Vale в поисках 10 млрд долл. для покрытия долгов. 05.08.2016
2. ХК «Металлоинвест». Годовой отчет 2015. 2016
3. Adriana Resources Inc. News Releases. Adriana announces completion of the feasibility study on the Lac Otelnuk Project. 22.04.2015
4. ArcelorMittal. Fact Book 2015. 20.05.2016
5. BHP Billiton. News Release. BHP Billiton Operational Review for the half year ended 31 December 2015. 20.01.2016
6. Evraz plc. Annual Report and Accounts 2015. 2016
7. Fortescue Metals Group Ltd. 2014 Annual Report. 2014
8. Fortescue Metals Group Ltd. 2015 Annual Report. 2015, August
9. Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources Table 1. Preliminary as at December 2015. 2016
10. Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2015 China Mineral Resources. 2015, October
11. National Bureau of Statistics of China. China Statistical Yearbook 2015. 2015
12. New Millennium Iron Corp. NI 43-101 Technical Report on the feasibility study on KéMag Taconite Project. 29.05.2014
13. New Millennium Iron Corp. NI 43-101 Technical Report on the feasibility study on LabMag Taconite Project. 29.05.2014
14. Peru Ministerio de Energia y Minas. Peru Anuario Minero 2015. Estadística Minera. 2016

15. Rio Tinto. Annual report 2015. 2016
16. Rio Tinto. Media release. Rio Tinto approves development of Silvergrass mine to maintain Pilbara blend. 02.08.2016
17. Vale S.A. Form 20-F. Annual Report for the fiscal year ended: December 31, 2015. 2016
18. Vale S.A. Newsroom. S11D project: mine is energized and railway branch line connections are completed. 29.07.2016
19. World Steel Association. Steel Statistical Yearbook 2016. 2016, November

Cr



ХРОМОВЫЕ РУДЫ

При анализе добычных возможностей эксплуатируемых и готовящихся к разработке месторождений хромовых руд мира использована информация о ресурсах, запасах, объемах добычи хромитов и производства товарных руд и концентратов более чем на шести десятках объектов. Следует отметить, что наряду с конкретными месторождениями иногда анализировались данные по группам месторождений, что связано с неполнотой сведений по каждому объекту в отдельности. Так, группа «Шахта «10-летия независимости»» в Казахстане включает месторождения, эксплуатируемые этим рудником — Миллионное, Алмаз-Жемчужина, Первомайское и месторождение № 21. Компании, разрабатывающие многочисленные мелкие месторождения Турции, если и публикуют, то только общие производственные показатели, в связи с чем турецкие объекты объединены в группы по их владельцам; по такому же принципу в некоторых случаях

сгруппированы месторождения и в ряде других стран — Зимбабве, Мадагаскаре, Бразилии, Индии, ЮАР.

Хромиты платиноносного слоя UG2 Бушвельдского комплекса в ЮАР выступают в качестве попутного сырья, их запасы и ресурсы далеко не всегда оцениваются ориентированными на платину компаниями, в связи с чем они учитываются лишь частично. Для анализа добычных возможностей Индии, наряду с достоверными данными о некоторых месторождениях и компаниях, использовались и совокупные статистические сведения по стране. Также из-за крайней скудности информации по месторождениям Албании, Ирана, Китая, Омана, Пакистана анализировался материал по ресурсам, запасам, добыче и производству продукции по каждому из государств в целом; некоторые мелкие страны-производители в работе не учитывались.

Для России в анализе рассмотрены все месторождения, числящиеся на Государственном балансе запасов полезных ископаемых Российской Федерации.

Зачастую в доступных источниках данные о добыче хромитов отсутствуют, но имеется информация о производстве товарных хромовых руд. Кроме того, на ряде месторождений известно о содержаниях Cr_2O_3 в добытой руде и выпущенных концентратах, извлечении полезного компонента. По каждому объекту выполнена экспертная оценка объема добычи хромитов из недр, в том числе с применением коэффициента «сырая руда/товарная руда» по аналогии с месторождениями того же геолого-промышленного типа, для которых это соотношение известно. Оно изменяется от 1 (для хромовых руд, не требующих обогащения) до 2,5 и редко, в случае весьма убогих руд, превышает это значение. Для статистического анализа по отдельным странам и миру в целом средний коэффициент пересчета товарной хромовой руды в сырую руду принят равным 1,6.

Полнота проанализированных данных оценивалась по доле суммарной добычи хромовых руд на объектах, участвовавших в анализе, в совокупных мировых показателях. По оценке World Metal Statistics Yearbook 2016 и данным Комитета по статистике Республики Казахстан [1; 18], мировое производство товарных хромовых руд в 2015 г. составило 28 млн т. Добыча хромитов в мире с учетом коэффициента пересчета товарной хромовой руды в сырую оценивается в 45 млн т. На анализируемых объектах она в сумме составила 43 млн т, то есть в обзоре рассмотрены эксплуатируемые месторождения хромовых руд, обеспечивающие более 95% мировой добычи. Таким образом, собранные данные позволяют с высокой степенью точности отразить текущую картину добычных возможностей мировой сырьевой базы хромитов.

Хромовые руды имеют магматический генезис и образуют месторождения

как собственно эндогенные, так и экзогенные, возникшие в результате их преобразования в зоне гипергенеза. Магматические месторождения хромовых руд связаны с комплексами базит-ультрабазитовых пород и относятся к двум геолого-промышленным типам: стратиформному и так называемому подиформному (альпинотипному). Экзогенные объекты представлены россыпями и латеритными корами выветривания.

Основную роль в мировом использовании играют первичные руды. Роль россыпных месторождений незначительна, а достоверная информация о разработке латеритных кор выветривания, характеризующихся крайне низкими содержаниями Cr_2O_3 (1–8%), отсутствует, значение подобных месторождений равно или стремится к нулю.

Около двух третей добычи хромовых руд в мире (68% в 2015 г.) приходится на месторождения *стратиформного* геолого-промышленного типа, он же преобладает в мировой сырьевой базе. Стратиформные месторождения хромовых руд приурочены к нижним горизонтам расслоенных базит-ультрабазитовых массивов древних платформ. Залежи могут проследиваться на несколько сотен километров и в этом случае условно делятся на отдельные месторождения. Рудные тела пластообразные, выдержанной по простиранию и падению, но небольшой (за редким исключением) мощности — обычно не более 2 м (например, месторождения ЮАР, Зимбабве). Количество хромитовых рудных тел в рудоносных пачках разных объектов различно и может достигать 25-ти (ЮАР), при этом качество хромовых руд улучшается вниз по разрезу. При тектонических деформациях пластовые залежи трансформируются в серии линзообразных рудных тел (объекты Индии и др.).

В целом руды стратиформных месторождений характеризуются низким отношением $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ (1,5–2), по содержанию Cr_2O_3 они обычно представлены бедными или даже убогими разностями (20–42%), имеют вкрапленную, реже сплошную текстуру; иногда им присуща тонкозернистая/пылевидная структура и рыхлость. При этом доля крупномасштабных объектов среди месторождений этого типа весьма велика, ресурсы хромовых руд в их недрах могут исчисляться десятками и даже сотнями миллионов тонн.

К стратиформному типу относятся месторождения крупнейшего массива Бушвельд (Bushveld) в ЮАР, Великой Дайки (Great Dyke) в Зимбабве, массива Кампо-Формозу (Campo Formoso) в Бразилии, объекты Долины Сукинды (Sukinda Valley) в Индии, месторождение Кеми (Kemi) в Финляндии. В России разрабатывается стратиформное месторождение Главное Сарановское в Пермском крае, обеспечивающее около четверти объемов добычи хромитов в стране (26% в 2015 г.). К этому же типу относятся

Южно-Сарановское месторождение в Пермском крае, на котором планируется возобновление добычи, и пока не освоенные крупное Аганозерское в Республике Карелия и среднемасштабное Сопчеозерское в Мурманской области. Перспективы ввода в эксплуатацию двух последних до 2030 г. неясны.

Месторождения *подиформного (альпинотипного)* типа обеспечивают немногим менее трети (32% в 2015 г.) мировой добычи хромитового сырья. Они приурочены к массивам альпинотипных гипербазитов складчатых областей и представлены, как правило, мелкими рудными телами разнообразной — жило-, трубо-, воронко-, линзоподобной — формы, нередко образующими скопления. Руды альпинотипных месторождений сплошные, густовкрапленные, иногда с более редкой вкрапленностью. В отличие от стратиформных объектов, отношение Cr_2O_3/FeO в них выше ($>2-4,6$), как и в целом содержание Cr_2O_3 (30–52%), но встречаются и убогие руды (например, на ряде месторождений Турции, России). Большинство подиформных объектов имеет мелкий (до 1 млн т хромитов), реже средний (1–10 млн т) масштаб. В отдельных случаях ресурсы хромовых руд месторождений исчисляются десятками и первыми сотнями миллионов тонн (Казахстан). Залежи таких крупномасштабных объектов представлены различным количеством рудных тел (от одного до нескольких десятков) и могут достигать по простиранию 2 км, по падению –700 м, мощности — 200 м.

К этому геолого-промышленному типу относятся месторождения высококачественных руд Кемпирсайского массива в Казахстане, а также многочисленные небольшие месторождения Турции, Омана, Филиппин, Пакистана, Ирана и ряда других стран. Мелкий масштаб не препятствует их успешной обработке, поскольку месторождения обычно располагаются кучно. В России эксплуатируется подиформное месторождение Центральное, расположенное в пределах массива Рай-Из в Ямало-Ненецком АО; его доля в суммарной добыче хромовых руд в стране составляет около двух третей (66% в 2015 г.). Также разрабатывается несколько мелких объектов с убогими и бедными рудами на Среднем и Южном Урале. Подготавливается к эксплуатации еще один объект массива Рай-Из, месторождение Западное.

Вклад *россыпных* месторождений в мировую добычу хромовых руд не превышает долей процента, а в России, где разрабатываются Сарановские россыпи в Пермском крае, составляет 4%. При текущем уровне добычи сырьевая база российского месторождения может быть выработана в 2029 г., исчерпания же хромитовых россыпей в мире в целом в рассматриваемом периоде не предвидится.

Прогноз добычи хромовых руд на месторождениях ведущих геолого-промышленных типов до 2030 г.

Ресурсы хромитовых объектов мира достаточны, чтобы поддерживать добычу на уровне 2015 г. как минимум до 2022 г. включительно (рис. 2.1). В дальнейшем роль объектов подиформного типа может немного снизиться, в основном из-за ожидаемого истощения сырьевой базы нескольких месторождений Казахстана (в первую очередь 40 лет Казахской ССР–Молодёжное), некоторых групп объектов в Турции, а также ресурсов хромовых руд Омана и Пакистана. Ввод второй очереди шахты «10-летия независимости»

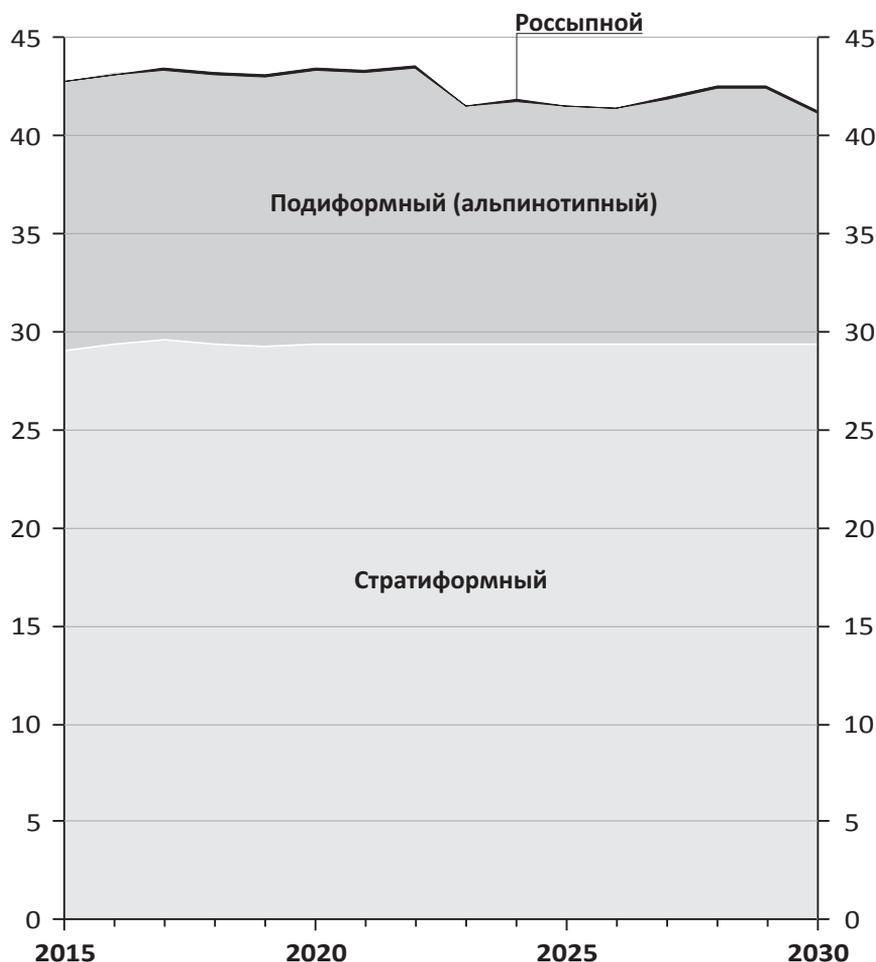


Рис. 2.1 Прогноз добычи хромовых руд на основе ресурсов месторождений различных геолого-промышленных типов в мире в 2015–2030 гг., млн т

в Казахстане, начало которого запланировано на 2020 г. с постепенным выходом на полную проектную производительность в 6 млн т сырой руды в год в 2029 г., усилит роль страны, но полностью не компенсирует вышедшие мировые мощности. Добыча на стратиформных месторождениях возможна примерно на текущем уровне или несколько выше. В результате доля объектов стратиформного типа в мировой добыче хромовых руд может увеличиться к 2030 г. до 71%.

Прогноз добычи хромовых руд на важнейших месторождениях мира до 2030 г.

Месторождения и группы объектов, на каждом из которых из недр извлекается более 100 тыс. т хромовых руд в год, обеспечивают почти 80% мировой добычи, в том числе более половины этого показателя (23 млн т в 2015 г.) приходится на десять из них, ежегодно добывающих свыше 1 млн т хромитов (рис. 2.2). Характерно, что в группе лидеров находятся шесть объектов массива Бушвельд в ЮАР. Наиболее значительные объемы добычи демонстрирует группа месторождений компании *Samancor*, которая ведет разработку объектов Бушвельда двумя крупными рудничными комплексами, суммарно извлекающими до 5 млн т хромитов в год (4,7 млн т в 2015 г.). Сопоставимые объемы сырья добываются на месторождении Тхариса (*Tharisa*); в ближайшее время на нем планируется увеличение производительности рудника с 4,4 млн т в 2015 г. до 4,7–4,9 млн т хромовых руд в год. Месторождения того же массива Дварсривер (*Dwarserver*), Буйсендал (*Booyesendal*), Крундал (*Kroondal*), Зондерейнде (*Zondereinde*) также входят в десятку лидеров, объемы добычи хромитов на каждом из этих горных предприятий находятся в пределах 1–2 млн т в год.

В числе ведущих фигурирует также месторождение Кеми в Финляндии; в 2015 г. мощность рудника на нем составила 2,7 млн т хромовой руды в год, а из недр было извлечено 2,5 млн т хромитов. Это единственное разрабатываемое хромовое месторождение в стране.

Еще два крупных подземных рудника действуют в пределах Кемпирсайского массива в Казахстане; суммарно они обеспечили в 2015 г. около 76% добычи хромовых руд в стране. Это Шахта «Молодежная», отработывающая месторождение 40 лет Казахской ССР–Молодежное, и Шахта «10-летия независимости», эксплуатирующая месторождения Миллионное, Алмаз-Жемчужина, Первомайское и месторождение № 21. Мощности шахт по добыче хромитов составляют соответственно 2,5 млн т и 2 млн т в год.

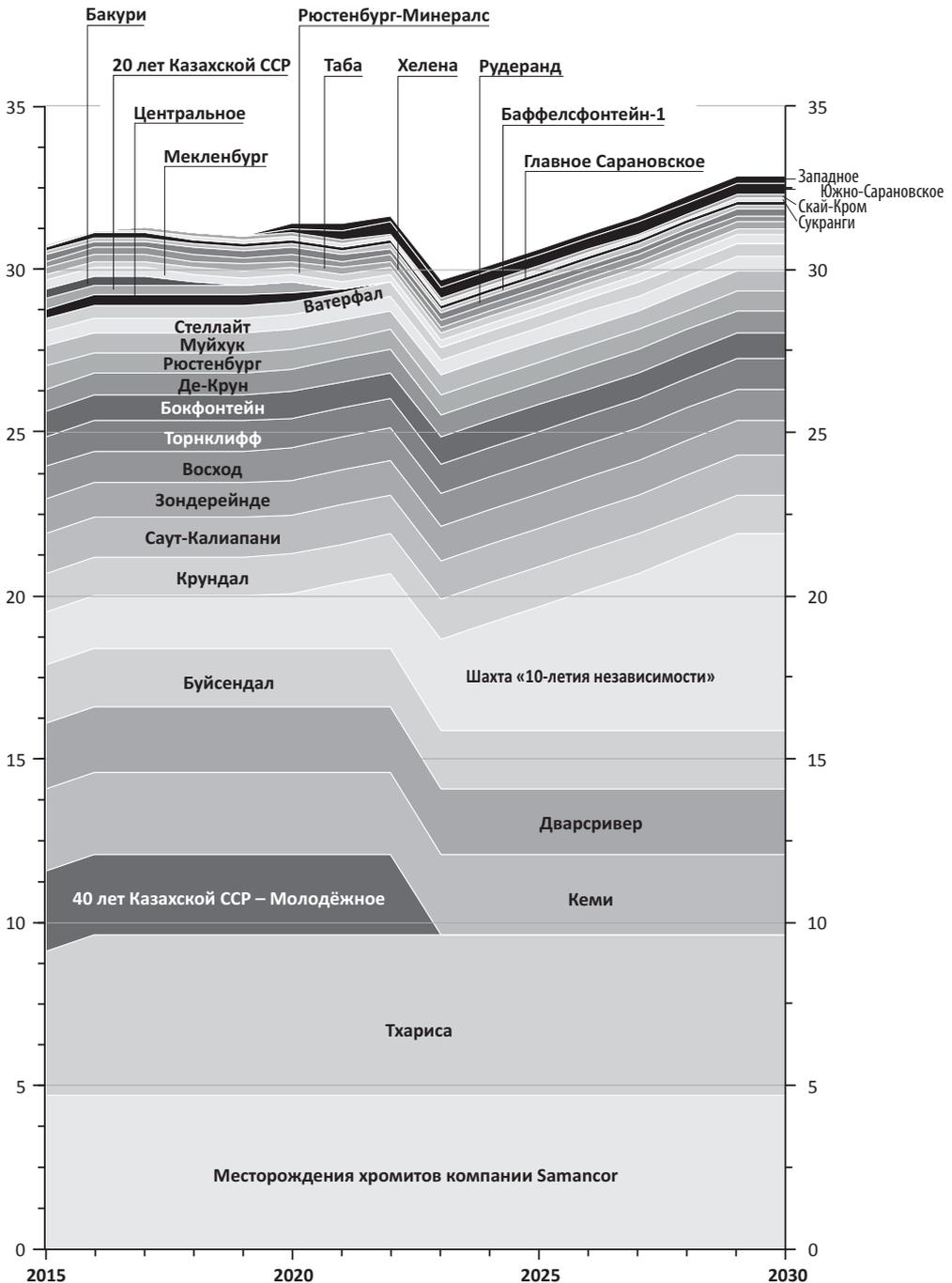


Рис. 2.2 Прогноз добычи хромовых руд на основе ресурсов важнейших месторождений мира в 2015–2030 гг., млн т

Горнорудное предприятие производительностью более 1 млн т сырых хромовых руд в год действует на месторождении Саут-Калиапани (South Kaliapani) в рудном районе Долина Сукинда в Индии.

Ресурсная база большинства крупнейших объектов достаточно велика, чтобы сохранить добычу на текущем уровне в ближайшие полтора десятилетия и далее. Исключение составляет месторождение 40 лет Казахской ССР–Молодежное в Казахстане, ресурсы которого могут быть выработаны к 2023 г. Из-за грядущего истощения хромовых руд данного месторождения еще в 2004 г. началось строительство второй очереди Шахты «10-летия независимости», мощность которой в 2029 г. должна достигнуть 6 млн т хромитов в год. Поэтому доля крупнейших десяти разрабатываемых объектов в совокупной добыче может возрасти с 53% в 2015 г. до 62% в 2030 г.

Среди 25-ти месторождений и их групп, добыча на которых ведется или планируется в объеме 0,1–1 млн т хромовых руд в год, 14 располагается в пределах Бушвельдского массива. К этой же категории относятся четыре российских и два казахстанских месторождения, а также ряд объектов Индии, Бразилии и Зимбабве. Суммарно из недр месторождений данной группы в 2015 г. было извлечено почти 11 млн т хромитов. К середине 2020-х гг. возможно истощение ресурсной базы всего трех месторождений — Центрального в России, 20 лет Казахской ССР в Казахстане и Бакури (Vasuri) в Бразилии. Остальные рудники до 2030 г. способны вести добычу на существующем уровне или выше. С учетом возможного снижения совокупных добычных показателей в мире, истощение ресурсов вышеназванных объектов не окажет существенного влияния на роль предприятий средней крупности в мировой добыче, она останется на уровне 2015 г. — более 25%.

На мелких хромитовых месторождениях (в том числе россыпных) в настоящее время в целом ежегодно добывается примерно 9 млн т сырья, что составляет свыше 20% мирового показателя. Из-за истощения ресурсной базы ряда таких объектов доля малых рудников в мировой добыче к 2030 г. может снизиться до 12%.

Существенного расширения добывающих мощностей в мире не прогнозируется, хотя такая вероятность не исключается. Известно о восьми проектах освоения месторождений (табл. 2.1), однако фактически реализуются только два из них — на Южно-Сарановском и Западном в России. Сроки ввода в эксплуатацию намечены лишь для Южно-Сарановского месторождения, а для ряда проектов еще не определены и объемы производства.

Таблица 2.1 Проекты освоения месторождений хромовых руд в мире

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Полная проектная мощность по сырой/товарной хромовой руде, млн т/год	Другие полезные компоненты
Альпинотипный					
Западное	Россия	Утвержден проект освоения	Нет данных	0,2/—	
Стратиформный					
Южно-Сарановское	Россия	Утвержден проект освоения	2020	0,35/—	
Биг-Дадди	Канада	PEA	—	—/2,9	
Блэк-Тор	Канада	PFS	—	4,4/2,3	
Аганозерское	Россия	Утвержден проект освоения (требуется корректировка)	—	1/0,3	Au, МПГ
Флакпурт	ЮАР	Нет данных	—	—	МПГ
Грасвелли	ЮАР	Нет данных	—	—	
Россыпной					
Дарвендейл (Darwendale)	Зимбабве	Нет данных	—	—	

*PEA — preliminary assessment, PFS — prefeasibility study

Наиболее перспективными представляются проекты освоения месторождений относительно недавно открытого крупного рудного района Ринг-оф-Файе (Ring of Fire) в канадской провинции Онтарио. Суммарные ресурсы шести оцененных месторождений хромовых руд района превышают 300 млн т; на двух из них выполнены предварительные экономические расчеты освоения. Так, на месторождении Биг-Дадди (Big Daddy) в 2011 г. проведены работы стадии Preliminary Economic Assessment, исходя из условий открытого способа отработки и мощности горного предприятия по товарной хромовой руде в 2,9 млн т в год. На месторождении Блэк-Тор (Black Thor) в 2012 г. за-

вершены работы prefeasibility study, предполагающие строительство карьера мощностью 4,4 млн т сырой хромовой руды в год и обогатительной фабрики производительностью 2,3 млн т товарной хромовой руды в год. Ресурсы хромитов месторождений Биг-Дадди и Блэк-Тор оценены соответственно в 32,5 млн т и 164,5 млн т. При условии ввода в эксплуатацию только этих двух объектов, рудники на них в совокупности будут способны выпускать более 5 млн т товарных хромовых руд ежегодно, то есть Канада может стать еще одним крупным продуцентом сырья для черной металлургии. Однако освоение этих месторождений сдерживается полным отсутствием инфраструктуры. В первую очередь необходимо строительство дороги, требующее больших капитальных затрат. Сроки ее сооружения не определены, но уже ведутся консультации с китайской компанией *China Railway First Survey & Design Institute Group*, специализирующейся на инженерном проектировании железных дорог.

Прогноз добычи хромовых руд основных стран-продуцентов до 2030 г.

Запасами и ресурсами хромовых руд располагают более трех десятков стран мира (табл. 2.2). На сегодняшний день промышленные запасы (proved+probable reserves) хромитов, по нашим данным, достигают почти 1,5 млрд т, а их суммарные ресурсы (measured+indicated+inferred resources) превышают 6 млрд т.

Таблица 2.2 Ресурсы и запасы хромовых руд в мире, млн т

Страна	Категория	Значение
Россия*	Запасы категорий А+В+С ₁	17,6
	Запасы категории С ₂	32,6
	Запасы забалансовые	3,5
Австралия	Measured + Indicated Resources	1
	Inferred Resources	13
Албания	Reserves	10
	Resources	35
Афганистан	Resources	3

Страна	Категория	Значение
Босния и Герц.	Reserves	0,2
Бразилия	Reserva Lavravel	13,7
	Resources куб	40,7
Вьетнам	Reserves	20
Венесуэла	Resources	38
Гвинея	Resources	1,5
Греция	Resources	1,2
Зимбабве	Reserves	100
	Estimated Resources	900
Индия	Reserves	85
	Resources	300
Индонезия	Resources	7,42
Иран	Reserves	21
Казахстан	Proved + Probable Reserves	211
	Запасы категорий А+В+С₁+С₂	366,2
	Measured + Indicated Resources	257
	Inferred Resources	55
Канада	Measured + Indicated Resources	201,3 ^r
	Inferred Resources	106,4 ^r
Китай	Ensured Reserves	4,2
	Resources	11,6
Косово	Inferred Resources	0,05
Куба	Resources	5,9
Мадагаскар	Reserves	1,5
Мьянма	Resources	0,1
Оман	Estimated Geological Reserves	2,5
ОАЭ	Resources	0,1

Страна	Категория	Значение
Пакистан	Reserves	1
Судан	Reserves	0,7
США	Reserves	8,3
	Resources	18,2
Сьерра-Леоне	Resources	2,5
Турция	Proved + Probable Reserves	26
	Resources	400
Украина	Запасы категорий А+В+С ₁	1,6
Филиппины	Reserves	9,6
	Resources	79
Финляндия	Proved Reserves	47,6
	Measured + Indicated + Inferred Resources	145,4
ЮАР	Proved + Probable Reserves	758 ^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	3512 ^r

По данным: [2; 3; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 16; 17].

* — по данным официальных источников

^r — сумма по известным месторождениям

Добыча хромитов с выпуском товарной сырьевой продукции в настоящее время ведется в 18 странах; в 2015 г. мировое производство товарных хромовых руд и концентратов составило 28 млн т.

Ведущими продуцентами хромового сырья в мире являются ЮАР — бесспорный лидер отрасли, а также Казахстан, Индия, Турция и Финляндия. Суммарно на эти страны в 2015 г. пришлось 87% мирового производства товарных хромовых руд, в том числе 56% — на ЮАР (табл. 2.3).

Ресурсная база основных стран-продуцентов позволяет большинству из них в течение длительного времени вести добычу на существующем уровне (рис. 2.3). В первую очередь это, безусловно, ЮАР с ее огромными ресурсами хромитов. Обработку хромовых руд в стране осуществляют полтора десятка компаний, из которых наиболее крупными являются *Samancor Chrome*

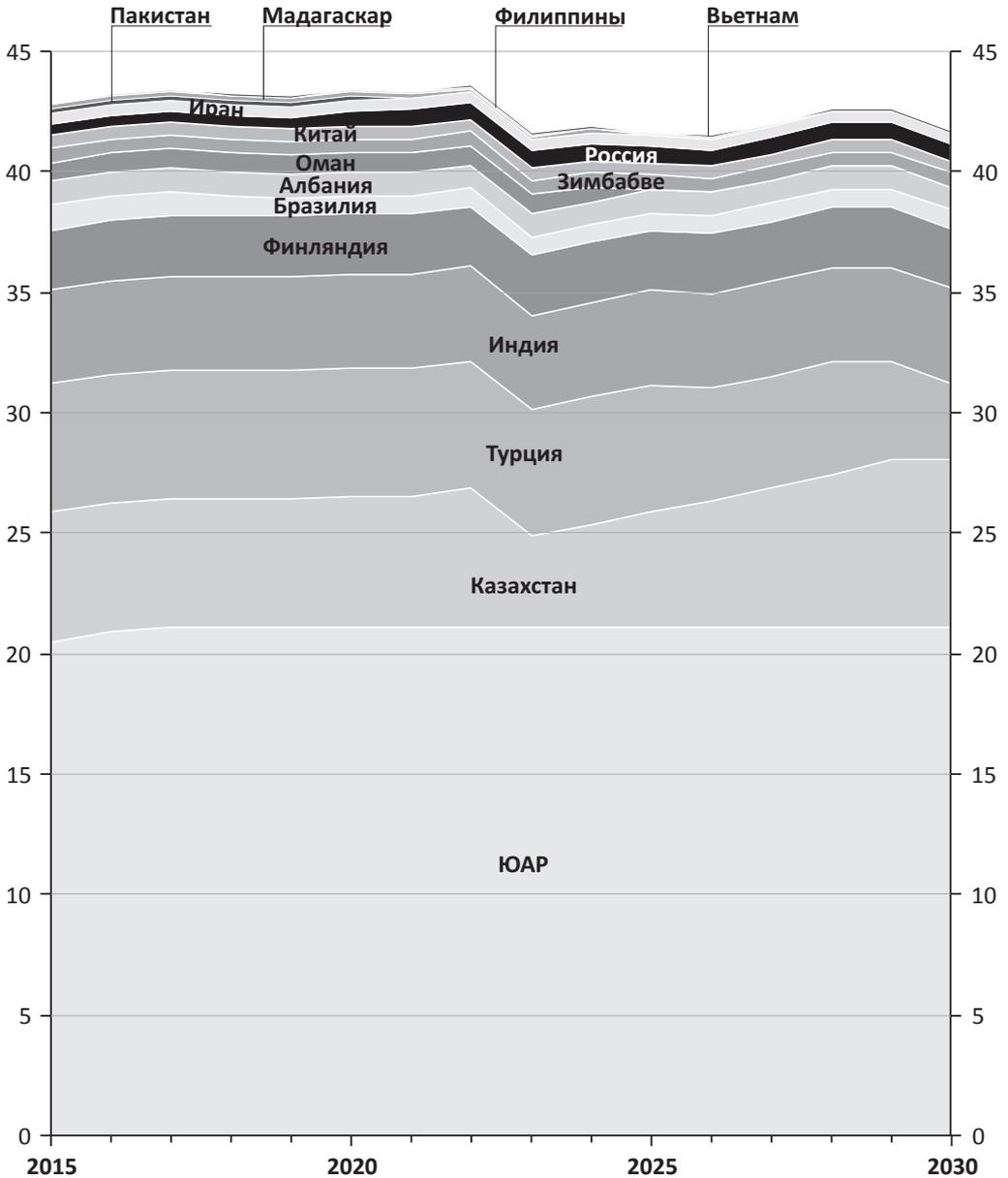


Рис. 2.3 Прогноз добычи хромовых руд на основе ресурсов ведущих стран-производителей в 2015-2030 гг., млн т

Ltd., Tharisa plc, Northam Platinum Ltd., Glencore plc, Assore Ltd., Herculite Ferrochrome (Pty) Ltd. Известно о планах реализации двух новых проектов освоения месторождений Бушвельдского массива — Флакпурт (Vlakpoot) и Грасвелли (Grasvally) компаний *Afarak Group plc* (Финляндия) и *Sylvania Platinum Ltd.* (ЮАР) соответственно, однако ни объемы добычи, ни сроки ввода их в эксплуатацию пока не определены.

Таблица 2.3 Динамика производства товарных хромовых руд в мире в 2011–2015 гг., тыс. т

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
ЮАР	10721	11310	13645	14038	15684
Казахстан	3670	3946	4193	4476	4198
Индия	2923	2834	2878	2164	2603
Турция	2901	3295	3300	1900	1037
Финляндия	693	425	982	1035	946
Бразилия	543	473	486	717	780
Россия	662	552	360	380	503
Зимбабве	559	408	355	408	444
Оман	617	602	788	751	443
Иран	440	412	344	359	392
Албания	161	185	209	264	307
Пакистан	148	179	136	84	302
Китай	220	220	220	220	220
Мадагаскар	67	112	110	96	198
Судан	64	18	31	61	40
Филиппины	25	36	26	47	16
Афганистан	6	6	6	5	5
ОАЭ	—	—	—	—	4
Косово	—	3	9	13	—
Австралия	324	452	355	—	—
Вьетнам	25	2	25	—	—
Итого	24769	25470	28458	27018	28122

По данным: [1; 4; 18].

Вторую позицию в рейтинге ведущих производителей хромового сырья и держателей его ресурсов занимает Казахстан. Добычу хромитов в Казахстане ведут *Eurasian Resources Group* и, на месторождении Восход,— турецкая компания *Yildirim Group*. Некоторое временное снижение производственных объемов возможно в Казахстане в середине 2020-х гг., поскольку, как уже отмечалось, к этому времени будут исчерпаны ресурсы разрабатываемого карьером месторождения 20 лет Казахской ССР и эксплуатируемого шахтой «Молодежная» месторождения 40 лет Казахской ССР—Молодёжное. Ввод второй очереди «Шахты «10-летия независимости» намечен на 2020 г., однако полной мощности она достигнет только к 2029 г., что обусловит в течение нескольких лет спад производства в стране. При этом после выхода шахты на проектную мощность Казахстан может существенно, на 1,6 млн т, увеличить ежегодную добычу хромитов, как ожидается, она достигнет 7 млн т.

Хромитовая отрасль Турции базируется на многочисленных мелких месторождениях, разрабатываемых большим количеством горных компаний, в том числе зарубежных. Наиболее значимыми из них являются *Eti Krom A. S.* (входит в *Yildirim Group*), *Dedeman Madencilik Sanayi ve Ticaret A. S.*, *Akmetal Madencilik Sanayi ve Ticaret A. S.*, *Se-Tat Madencilik Gıda Sanayi ve Ticaret A. S.*, *Bilfer Madencilik Ve Turizm A. S.*; также можно отметить компании *Pema Madencilik Enerji Kimya Sanayi ve Ticaret A. S.*, *Turk Maadin Şirketi A. S.* (принадлежит *Afarak Group plc*, Финляндия), *Turchrome Group*. По добыче хромовых руд Турция успешно соперничает с Казахстаном, однако по производству товарной продукции уступает не только ему, но и Индии. Это объясняется значительной долей в добыче хромитов с содержанием Cr_2O_3 менее 20%. Ресурсы хромовых руд основных компаний достаточны для поддержания добычи на текущем уровне вплоть до 2025 г., затем возможно снижение из-за исчерпания сырьевой базы компании *Dedeman*, а к 2030 г.— компании *Akmetal*. Однако это вряд ли произойдет, поскольку ресурсный потенциал хромитов страны высок, и многие компании параллельно с добычей проводят ГРП для наращивания своих ресурсов.

Сырьевая база хромитов Индии также велика и хорошо освоена, что позволит стране не снижать объемов добычи в течение нескольких десятилетий. Основная часть ресурсов хромовых руд Индии сосредоточена в штате Одиша, в месторождениях рудных районов Долина Сукинда и существенно меньшего по масштабу Нуасахи (Nuasahi). О проектах расширения добычных мощностей, как и освоения новых объектов в Индии, сведений нет.

В столь же благоприятном положении находится Финляндия. Несмотря на то, что к 2015 г. мощность по добыче рудника на единственном эксплуатируемом в стране месторождении Кеми компании *Outokumpu Oyj* выросла

вдвое по сравнению с 2012 г., до 2,7 млн т в год [15], ресурсов хромовых руд страны достаточно для сохранения их добычи не только на уровне 2015 г. (2,5 млн т), но и на полной мощности в течение более чем полувека.

Сырьевые базы ряда более мелких продуцентов — Омана, Пакистана и Мадагаскара, могут быть исчерпаны в 2020–2025 гг., если в ближайшее время в этих странах не будут проведены геологоразведочные работы, направленные на их расширение.

Россия входит в десятку ведущих мировых продуцентов хромовых руд, тем не менее собственные потребности в сырье обеспечивает едва наполовину. При этом месторождение Центральное, добыча на котором составляет две трети российской, при условии отсутствия эксплуатационной разведки и доразведки, будет выработано уже к середине 2020-х гг. Ресурсы хромитов мелких эксплуатируемых объектов Свердловской (Вершина р. Алапаихи) и Челябинской (Северо-Западное 2-е, Буслаева гора, Восточно-Родионовское) областей, Пермского края (Сарановская группа россыпей), совокупная добыча на которых в 2015 г. составила около 8% суммарной в стране, также в ближайшие полтора десятилетия будут истощены.

Проектом освоения Южно-Сарановского (Пермский край) месторождения предусматривается ввод рудника в эксплуатацию в 2020 г. с выходом на проектную мощность в 350 тыс. т руды в год к 2022 г. Сроки реализации проекта освоения Западного месторождения в ЯНАО не определены, производительность открытого рудника планируется в объеме 200 тыс. т хромитов в год. Ввод в строй этих объектов и выход их на полную мощность в начале 2020 –х гг. позволит увеличить добычу хромитов в России более чем вдвое. Однако существующая сырьевая база обоих осваиваемых месторождений может быть истощена к 2035–2036 гг.

Компенсировать выбывание мощностей возможно лишь с началом разработки крупного Аганозерского месторождения в Республике Карелия, сложенного рудами низкого качества. Однако в неблагоприятных рыночных условиях его освоение едва ли возможно.

Прогноз добычи хромовых руд горными компаниями до 2030 г.

Мировой хромитовый сектор характеризуется умеренной степенью монополизации. Значимую роль играют десять горнорудных компаний, суммарно обеспечивающих более 60% мировой добычи (рис. 2.4). Это *Samancor Chrome Ltd.* (*Samancor*, ЮАР), *Eurasian Resources Group S.a.r.l.* (*ERG*, Казахстан), *Tharisa plc* (Кипр), *Northam Platinum Ltd.* (ЮАР), *Outokumpu Oyj* (Финляндия),

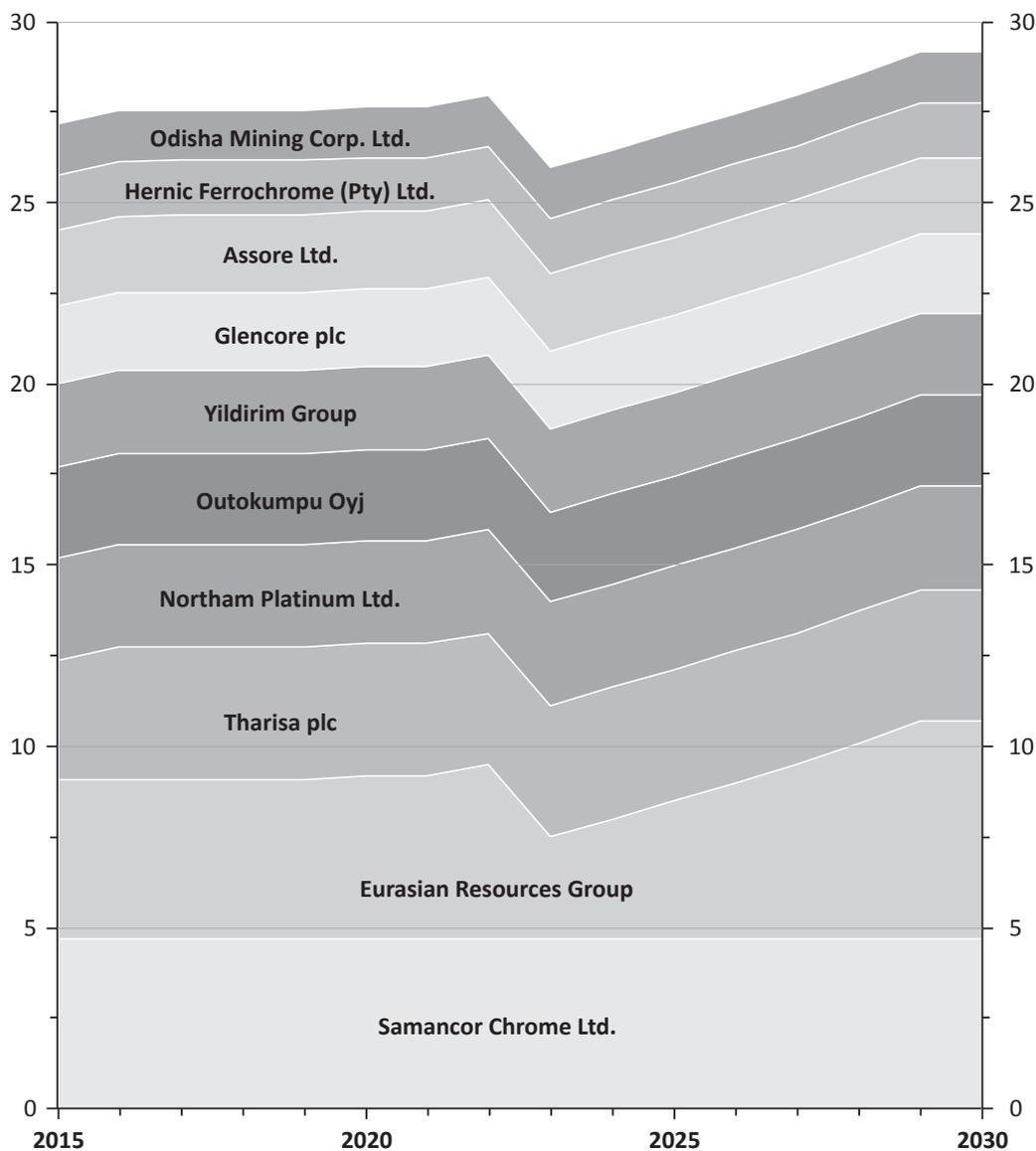


Рис. 2.4 Прогноз добычи хромовых руд на основе ресурсов, находящихся в распоряжении добывающих компаний, в 2015–2030 гг., млн т

Yildirim Group (Турция), *Glencore plc* (Швейцария), *Assore Ltd.* (ЮАР), *Hernic Ferrochrome (Pty) Ltd.* (ЮАР), *Odisha Mining Corp. Ltd.* (ОМС, Индия). Все компании обладают крупным ресурсным потенциалом, шесть из них ведут разработку объектов в ЮАР.

Компания *Samancor* эксплуатирует две группы месторождений в пределах Западного и Восточного хромитовых поясов Бушвельдского массива в ЮАР. В 2015 г. ею из недр было извлечено 4,7 млн т хромовых руд, что обеспечило почти 11% их мировой добычи. Сырьевых ресурсов месторождений компании хватит для поддержания текущих добычных объемов на десятилетия вперед.

Eurasian Resources Group ведет разработку месторождений хромовых руд Кемпирсайского массива в Казахстане, в том числе таких крупных объектов как 40 лет Казахской ССР–Молодёжное и группы Шахта «10-летия независимости». В 2015 г. на рудниках компании *ERG* было добыто 4,4 млн т хромитов — около 10% мирового показателя. Как уже отмечалось, из-за изменения структуры добывающих мощностей компании возможно снижение ею объемов добычи в период 2023–2026 гг., но к 2029 г. они могут возрасти до 6 млн т в год и удерживаться на этом уровне как минимум полтора десятка лет.

Tharisa plc является основным владельцем (74%) месторождения хромовых и платиноидных руд Тхариса в Западном хромитовом поясе Бушвельдского комплекса ЮАР. В 2015 г. на долю компании пришлось 3,3 млн т добытых на месторождении хромитов, в дальнейшем, с увеличением мощности рудника, доля может вырасти до 3,5–3,6 млн т в год. Ресурсов хромовых руд компании достаточно для поддержания добычи в увеличенных объемах около полувека.

Менее крупные компании также могут не снижать объемов добычи в течение десятилетий.

Компания *Northam Platinum Ltd.* выступает полноправным собственником платинометалльных месторождений Зондерейнде и Буйсендал в ЮАР и ведет добычу хромитов попутно. В 2015 г. ею было добыто 2,9 млн т хромовых руд.

В том же году компания *Outokumpu Oyj* извлекла из недр своего месторождения Кеми в Финляндии 2,5 млн т хромитов; добыча хромовых руд турецкой *Yildirim Group*, эксплуатирующей месторождение Восход в Казахстане и через дочернюю компанию *Eti Krom A. S.* объекты в Турции, составила 2,3 млн т; по 2,1 млн т добыли компании *Glencore plc* и *Assore Ltd.* на месторождениях Бушвельдского массива в ЮАР.

В настоящее время *Glencore* эксплуатирует четыре месторождения (совместно с *Merafe Resources Ltd.* в долях 79,5%:20,5%), на каждом из которых действует несколько рудников. Наиболее значимая добыча ведется горны-

ми предприятиями компании, действующими на месторождениях Крундал и Торнклифф (Thorncliff), где на долю *Glencore* пришлось, соответственно, 1 млн т и 0,7 млн т.

Компания *Assore* разрабатывает три хромитовых месторождения, но основной объем добытой руды поступает с рудника месторождения Дварсривер — 1,8 млн т. Ранее месторождением в равных долях владели *Assore Ltd.* и *African Rainbow Minerals Ltd. (ARM)*, но в 2015 г. *ARM* продала свой пакет акций компании *Assore*.

Еще один южноафриканский продуцент хромовых руд *Hernic Ferrochrome* ведет добычу хромитов на двух месторождениях Бушвельда — Бокфонтейн (Bokfontein) и Де-Крун (De Kroon); в 2015 г. она составила 0,8 млн т и 0,7 млн т соответственно.

Компания *Odisha Mining Corp. Ltd.* является ведущим производителем хромовых руд Индии. В настоящее время она эксплуатирует месторождения в рудном районе Долина Сукинда, в том числе крупное Саут-Калиапани; в 2015 г. компанией добыто около 1,4 млн т хромитов.

Прогноз добычи хромовых руд на эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях до 2030 г.

В целом эксплуатируемые в настоящее время месторождения хромовых руд мира могут обеспечивать текущий уровень добычи хромового сырья вплоть до 2022 г. (рис. 2.5). Прогнозируемое позднее небольшое снижение из-за закрытия одной из шахт в Казахстане постепенно будет компенсироваться ростом производства на другом руднике в пределах Кемпирсайского массива.

К концу рассматриваемого периода могут быть исчерпаны ресурсы хромитов ряда объектов в Турции, в связи с чем прогнозируется уменьшение их мировой добычи по сравнению с показателями 2015 г. на 3,5%. Однако, хромоворудный ресурсный потенциал Турции может позволить избежать такого развития событий благодаря вводу в отработку новых месторождений.

Таким образом, сырьевая база хромовых руд мира характеризуется высокой обеспеченностью действующих предприятий их ресурсами. Это, а также неблагоприятная конъюнктура рынка сырьевой хромовой продукции последних пяти лет не способствовали планированию ввода в эксплуатацию новых объектов. Динамика цен на товарные хромовые руды и концентраты с 2012 г. вплоть до осени 2016 г. демонстрировала в целом понижительный тренд.

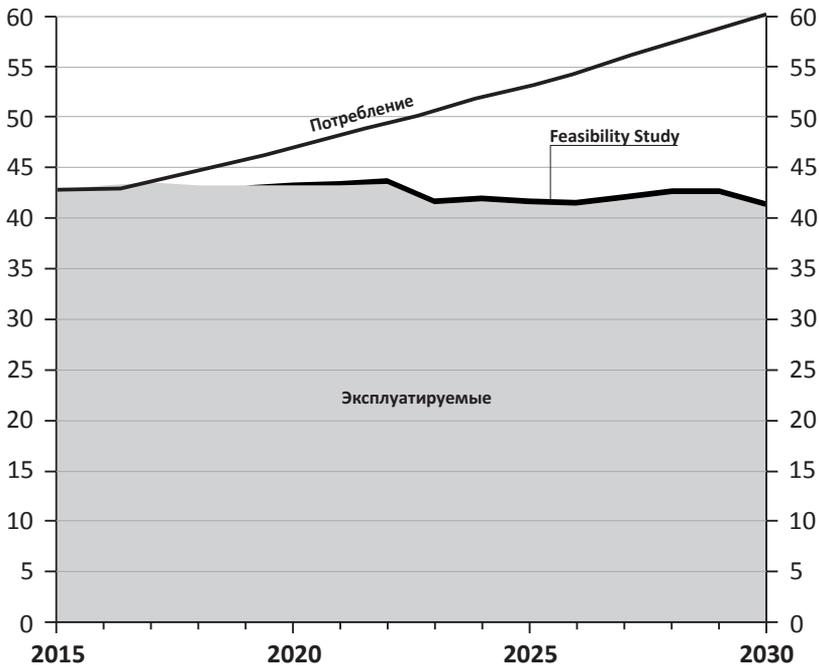


Рис 2.5 Прогноз потребления хромовых руд и их добычи на основе ресурсов эксплуатируемых и осваиваемых месторождений в 2015–2030 гг., млн т

Из-за неблагоприятной рыночной конъюнктуры многие, в том числе крупные, продуценты хромитового сырья сократили его выпуск или приостановили работу рудников. Большинство горнорудных компаний не видели необходимости введения в эксплуатацию новых месторождений. В 2012–2015 гг. был заморожен ряд проектов освоения начальных стадий на перспективных на хромиты площадях в Албании, Бразилии, Кот-д’Ивуаре, Зимбабве, Новой Каледонии, Пакистане, на Филиппинах. Оставшиеся проекты либо невелики по масштабу (как в России) и не смогут существенно повлиять на ситуацию на рынке, либо также находятся на ранних стадиях реализации.

Однако сокращение предложения хромоворудного сырья к концу 2016 г. создало его дефицит и остановило снижение цен, а с осени 2016 г. вызвало их бурный рост. Так, к концу 2016 г. по сравнению с его началом экспортные цены южноафриканских хромовых концентратов с содержанием Cr_2O_3 40–42% выросли в четыре раза — с 95–105 долл. до 390–400 долл. за тонну CIF. В целом средняя цена 2016 г. на данную продукцию увеличилась по отношению к цене 2015 г. на 18%, а в 2017 г. выросла еще на 36%. (рис. 2.6).

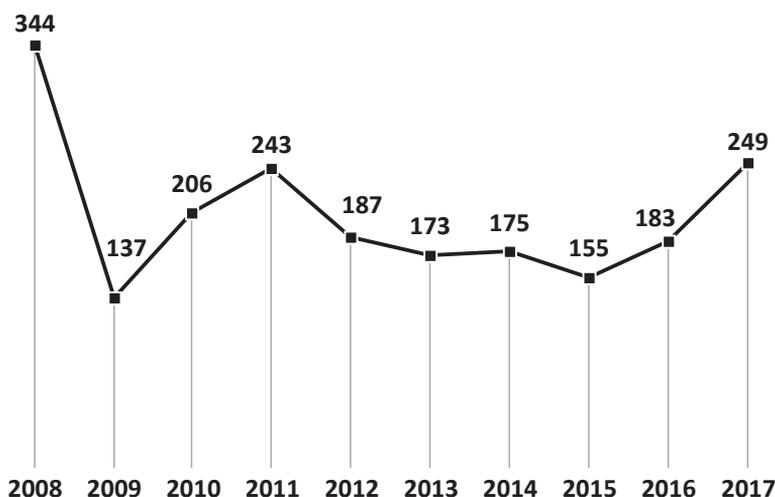


Рис. 2.6 Динамика среднегодовых экспортных цен на хромовые концентраты с содержанием 40–42% Cr_2O_3 производителей ЮАР в 2008–2017 гг., долл. США за тонну CIF

Возникший на рынке дефицит, очевидно, может быть компенсирован возобновлением работ приостановленных рудников и увеличением загрузки мощностей действующих предприятий. Однако, с учетом быстрого роста производства нержавеющей стали в мире [18] и связанного с этим прогнозируемого увеличения спроса на хромитовое сырье не менее чем на 2,5% в год, уже к концу текущего десятилетия отрасль может ожидать тотальная нехватка товарно-сырьевой хромовой продукции (рис. 2.5). К 2030 г., в зависимости от темпов роста спроса, дефицит предложения хромитового сырья на мировом рынке может составить 20–25 млн т. В такой ситуации тенденция роста цен может существенно укрепиться. Это, в свою очередь, будет способствовать наращиванию добывающих мощностей, в том числе с вводом в строй новых месторождений хромовых руд (прежде всего, в пределах Бушвельдского массива), а также активизации геологоразведочных работ по выявлению промышленного оруденения в разных странах мира. Значительный рост мировой добычи возможен в случае реализации проектов освоения объектов рудного района Ринг-оф-Файе в Канаде.

В России отечественным производством обеспечивается лишь 30–40% потребления хромовых руд. С выходом на проектную мощность рудников на осваиваемых в настоящее время Западном и Южно-Сарановском месторождениях уровень добычи хромовых руд в стране может существенно вырасти (рис. 2.7), что позволит удовлетворять до 70% потребности российской

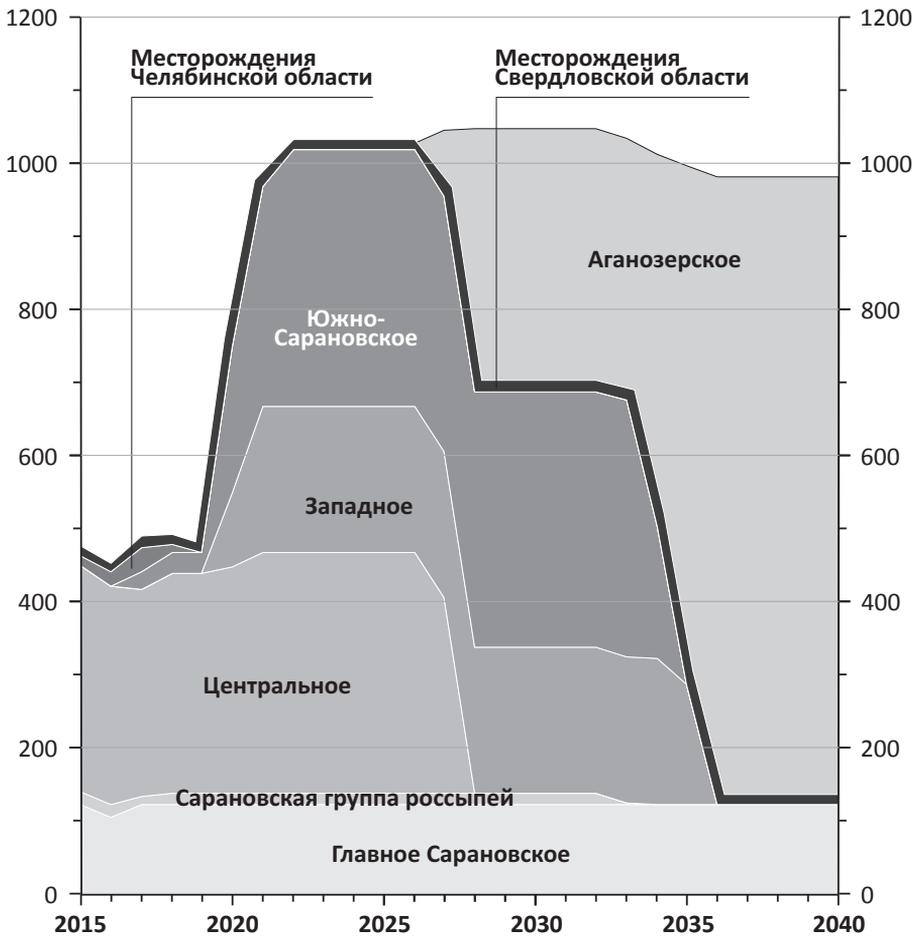


Рис. 2.7 Прогноз добычи хромовых руд в России до 2040 г. на основе их запасов категорий А+В+С₁+С₂ (включая забалансовые), тыс. т

промышленности. Однако уже к концу следующего десятилетия ожидается значительное снижение количества добываемых в стране хромовых руд из-за исчерпания ресурсов Центрального месторождения, а к середине 2030-х гг. оно может стать катастрофическим из-за полной отработки ресурсов Южно-Сарановского и Западного месторождений; добыча в стране в этом случае упадет вчетверо.

Предотвратить сокращение добычи хромовых руд в России возможно с вовлечением в эксплуатацию крупнейшего в стране Аганозерского месторождения в Республике Карелия, сложенного бедными по содержанию Cr₂O₃ рудами. Подобное по качеству слагающих его хромитов месторож-

дение Кеми в Финляндии успешно разрабатывается и составляет основу сырьевой базы этой страны.

Аганозерское месторождение рассматривается как часть Пудожского мегапроекта, освоение его предполагается совместно с расположенными рядом месторождениями титатамагнетитовых руд и никеленосных серпентинитов. Общая стоимость проекта оценивается не менее чем в 1,6 трлн руб. Инвесторы для его реализации пока не найдены, поскольку в условиях слабой конъюнктуры рынка минерального сырья, существовавшей до последнего времени, привлекательность его была низкой. Рост цен на хромовые руды, как и на другие виды сырьевой продукции, может улучшить его перспективы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Министерство Национальной Экономики Республики Казахстан. Комитет по статистике. Основные показатели работы промышленности Республики Казахстан за январь-декабрь 2016 г. Производство промышленной продукции в натуральном выражении. 2017
2. Центральнo Азиатский Геопортал. Опыт добычи. Минеральные ресурсы. 2014
3. Arsi Group. Arsi Ltd. Presentation. Arsi's chromium and base metal projects. 2013, February
4. British Geological Survey. World Mineral Production 2011–2015. 2017.
5. China Geological Survey. Geology & Mineral Resources of Myanmar. 2015
6. Department of Environment and Natural Resources. Philippines. Compendium of ENR Statistics 2015. Mines and Geosciences. Table 1. Metallic Mineral Resource/Reserve Inventory of the Philippines: 2015. 2016
7. EITI (Extractive Industries Transparency Initiative). Albania. Report for the year 2015. 2016, December
8. EITI (The Extractive Industries Transparency Initiative). The 2nd PH-EITI Report (FY2013). 2015, December
9. FIPA (Foreign Investment Promotion Agency of Bosnia and Herzegovina). Investment Opportunities in Bosnia and Herzegovina. 2016, March
10. ME-METALS. The Middle East Mines and Metals Directory. Mining Opportunities in Oman. Sultanate of Oman. The Public Authority for Mining 2015. 2015
11. Metallic Mineral Resources of Greece. Central European Journal of Geosciences, № 4, 2012. 2012, October
12. Ministry of Energy and Mineral Resources Republic of Indonesia. Directorate General of Mineral and Coal. Indonesia Mineral and Coal Information 2015. 2016
13. Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2015 China Mineral Resources. 2015, October
14. National Bureau of Statistics of China. China Statistical Yearbook 2016. Resources and Environment. 8–4 Ensured Reserves of Major Mineral. 2016

15. Outokumpu. Investor Presentations. Investor Visit to Kemi Mine Oct 7 2015. 2015
16. SIMFE2017–2nd Annual Sudan International Mining Business Forum & Exhibition. Ministry of Minerals. Investment Opportunities. 2016.
17. Vinacomin. Introduction. Main area of operation. 15.07.2015
18. World Metal Statistics Yearbook 2016. 2016



МАРГАНЦЕВЫЕ РУДЫ

Для анализа добычных возможностей эксплуатируемых и подготавливаемых к разработке месторождений марганцевых руд мира была собрана информация о ресурсах, запасах, объемах добычи сырых руд и производства товарных руд почти на сотне марганцеворудных объектов. Некоторые из них, в частности, месторождения Китая и Индии, из-за крайней скудности информации объединены в группы либо по отдельным компаниям-владельцам, либо по стране в целом. Для России учтены все месторождения, числящиеся на Государственном балансе запасов полезных ископаемых Российской Федерации.

В большинстве доступных источников сведения о добыче марганцевых руд отсутствуют, но публикуется информация о выпуске товарной марганцевой продукции. При этом на ряде месторождений известны содержания марганца в добываемых рудах и в произведенных концентратах, а также извлечение

полезного компонента. Это позволило по каждому конкретному объекту провести экспертную оценку объемов добычи, в том числе с использованием коэффициента «сырая руда/товарная руда» по аналогии с подобными месторождениями того же геолого-промышленного типа, для которых это отношение известно. По марганцевым рудам коэффициент меняется от 1 для богатых руд, используемых без обогащения, до 2,5. Для статистического анализа по отдельным странам и миру в целом он принят равным 1,6.

Полнота проанализированных данных по добыче марганцевых руд оценена по их доле в мировых показателях. По данным World Mineral Production 2011–2015 [9], мировое производство товарных марганцевых руд в 2015 г. составило немногим более 53 млн т. При использовании коэффициента пересчета товарных руд в сырые объем добычи марганцевых руд в мире можно оценить в 85 млн т. Совокупная добыча на использованных в анализе объектах исчисляется в 74 млн т, что составляет около 87% мировой. Некоторая неполнота данных связана с ограниченностью доступных данных по месторождениям Китая и Индии. Тем не менее, проанализированные данные позволяют с достаточно высокой степенью точности отразить добычные возможности мировой сырьевой базы марганцевых руд.

Первичные марганцевые руды имеют осадочный и вулканогенно-осадочный генезис. В результате регионального метаморфизма первичных руд и марганецсодержащих пород образовались метаморфогенные марганцевые месторождения, а при гипергенном изменении возникли месторождения кор выветривания. Принято выделять пять геолого-промышленных типов месторождений марганцевых руд:

-
- в осадочных породах — оксидный, карбонатный, оксидно-карбонатный;
- в вулканогенно-осадочных породах — оксидно-силикатно-карбонатный, оксидно-карбонатный, карбонатный;
- в метаморфических породах — силикатно-оксидный, силикатно-карбонатный;
- в корях выветривания — окисленный;
- железо-марганцевые образования дна морей и океанов.

В *осадочных породах* марганцевые руды принадлежат как к оксидным, так и к карбонатным и смешанным разновидностям, иногда постепенно сменяющим друг друга. Залегают в виде пластов различной, но в целом достаточно выдержанной мощности и могут иметь большое площадное распространение, образуя марганцеворудные бассейны. К данному геолого-промышленному

типу относятся такие крупные разрабатываемые месторождения как Никопольское в Украине, Грут-Айленд (Groote Eylandt) в Австралии, Моланго (Molango) в Мексике и др., составляющие основу марганцеворудной промышленности стран, в которых они расположены. Масштаб объектов данного типа обычно крупный до гигантского (30–300 млн т и более).

Месторождения *в вулканогенно-осадочных породах* объединяют широкую группу объектов от собственно осадочных до субвулканических гидротермальных, залегающих в форме пластообразных или жилоподобных рудных тел. Они представлены различными типами руд — оксидными, карбонатными, силикатно-карбонатными, смешанными. Часто марганцевые руды ассоциируют с железо-марганцевыми (рудное поле Калахари (Kalahari) в ЮАР), железными, иногда свинцово-цинковыми рудами, баритом (Атасуйская группа месторождений Казахстана). Месторождения этого типа имеют различный масштаб — от очень крупных, в 100–200 млн т, что характерно для объектов рудного поля Калахари площадью около 400 кв. км, самых значимых как по масштабу марганцевого оруденения, так и по объемам добываемого сырья, до весьма мелких, в первые сотни тысяч тонн и менее (ряд месторождений Марокко и др.).

Месторождения марганцевых руд, залегающие *в метаморфических породах*, представлены пласто- и линзообразными рудными телами. В Индии они приурочены к докембрийским породам марганцево-силикатной формации и филлитам, в которых образуют прослой и линзы оксидных (чаще браунитовых) руд, в Бразилии — к древним марганцево-железородным, карбонатным и карбонатно-силикатным формациям. Характерными для них являются марганцевые и железо-марганцевые оксидные и оксидно-карбонатные руды; часто в них отмечаются повышенные содержания кремнезема. Месторождения в метаморфических породах имеют преимущественно средний масштаб (3–30 млн т). В России к данному геолого-промышленному типу принадлежит подготавливаемое к эксплуатации Южно-Хинганское месторождение.

Месторождения *в корях выветривания* представлены площадным и линейным типами и образуют линзо-, пласто-, и плащеобразные рудные тела. Это гипергенные месторождения с рудами окисленного типа, образовавшиеся при выветривании первичных марганецсодержащих пород. Особенно широкое развитие гипергенные изменения получили в приэкваториальной зоне (марганцевые месторождения Буркина-Фасо, Габона, Кот-д'Ивуар, частично Бразилии и др.). Масштаб месторождений — от среднего до крупного. Наиболее ярким и значимым представителем этого геолого-промышленного типа является месторождение Моанда (Moanda) в Габоне.

Железо-марганцевые образования современного дна морей и океанов на сегодняшний день являются потенциальным источником марганцевого сырья. Они представлены железомарганцевыми конкрециями (ЖМК) и кобальтмарганцевыми корками (КМК). В основном это океанические образования, залегающие на глубинах 3–6 км. Они имеют широкое распространение в Мировом океане, но наибольший интерес вызывают ЖМК в рудном поле Клариян-Клиппертон (Clarion-Clipperton) в Тихом океане и КМК в Атлантическом океане, где идет их активное изучение. Помимо глубоководных, известны конкреции мелководно-морские, озерные и болотные. К этому типу относятся ЖМК дна Финского залива (шельф Балтийского моря, Ленинградская обл.).

Прогноз добычи марганцевых руд на месторождениях ведущих геолого-промышленных типов до 2030 г.

Основную роль в производстве марганцевых руд в мире (без учета Китая и Индии) играют месторождения в вулканогенно-осадочных породах (рис. 3.1), на них в 2015 г. пришлось почти 56% мировой добычи. Наибольший вклад вносят горные предприятия ЮАР, хотя неблагоприятные рыночные условия вынудили ряд из них сократить производство в 2016 г. Кроме того, из-за аварии в начале года была приостановлена работа двух важнейших рудников Маматван (Mamatwan) и Весселс (Wessels). Эти обстоятельства обусловили сокращение совокупной добычи марганцевых руд на объектах этого геолого-промышленного типа в 2016 г. примерно на 8%. Однако ожидается, что в дальнейшем добычные показатели не только восстановятся, но и возрастут к 2019 г. на 35% относительно 2015 г. благодаря планируемому расширению мощностей нескольких горных предприятий в ЮАР (Чипи-Борва (Tshipi Borwa), Сайшен (Sishen) и др.) и смогут удерживаться практически на достигнутом уровне до конца рассматриваемого периода. Некоторое снижение добычи (на 3%) возможно только в 2024 г. из-за исчерпания ресурсов месторождений Буту-Крик (Bootu Creek) в Австралии и Тур в Казахстане. К 2030 г. доля месторождений марганцевых руд в вулканогенно-осадочных породах может превысить 60% мировой добычи.

На месторождения марганцевых руд в осадочных породах и в корах выветривания в 2015 г. пришлось 22% и 20% мировой добычи соответственно. Осадочные месторождения располагают мощным ресурсным потенциалом, исчерпание которого в ближайшие полтора десятка лет не предвидится, тем не менее их доля в мировых показателях к 2030 г. может снизиться до 19%, прежде всего из-за роста значимости месторождений других типов. Некоторое увеличение роли осадочных объектов возможно с реализацией

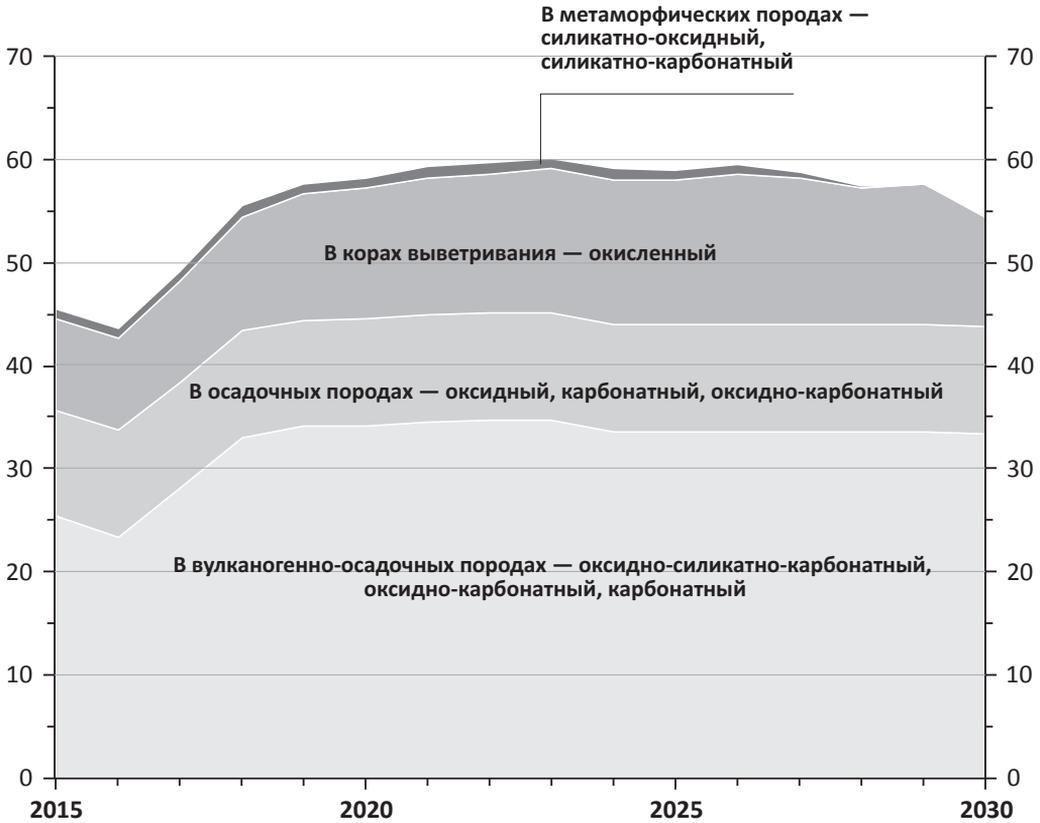


Рис. 3.1 Прогноз добычи марганцевых руд на основе ресурсов месторождений различных геолого-промышленных типов в мире в 2015–2030 гг., млн т (без месторождений Китая и Индии)

проекта освоения месторождения Бутчерберд (Butcherbird) в Австралии, который пока отложен.

Добыча на марганцевых месторождениях кор выветривания, напротив, может вырасти к 2023 г. в полтора раза по сравнению с 2015 г., если будут своевременно введены в эксплуатацию новые рудники в Гайане, Буркина-Фасо и Того. К концу рассматриваемого периода возможно некоторое снижение добычи на объектах в корах выветривания из-за истощения ресурсной базы нескольких месторождений в Бразилии, однако, учитывая интерес ряда компаний к перспективным площадям в Габоне, этого может и не произойти.

Наименее востребованными горнорудной промышленностью являются месторождения марганцевых руд в метаморфических породах, в 2015 г. на них пришлось около 2% мировой добычи, а к концу рассматриваемого периода их доля может составить лишь 0,3%.

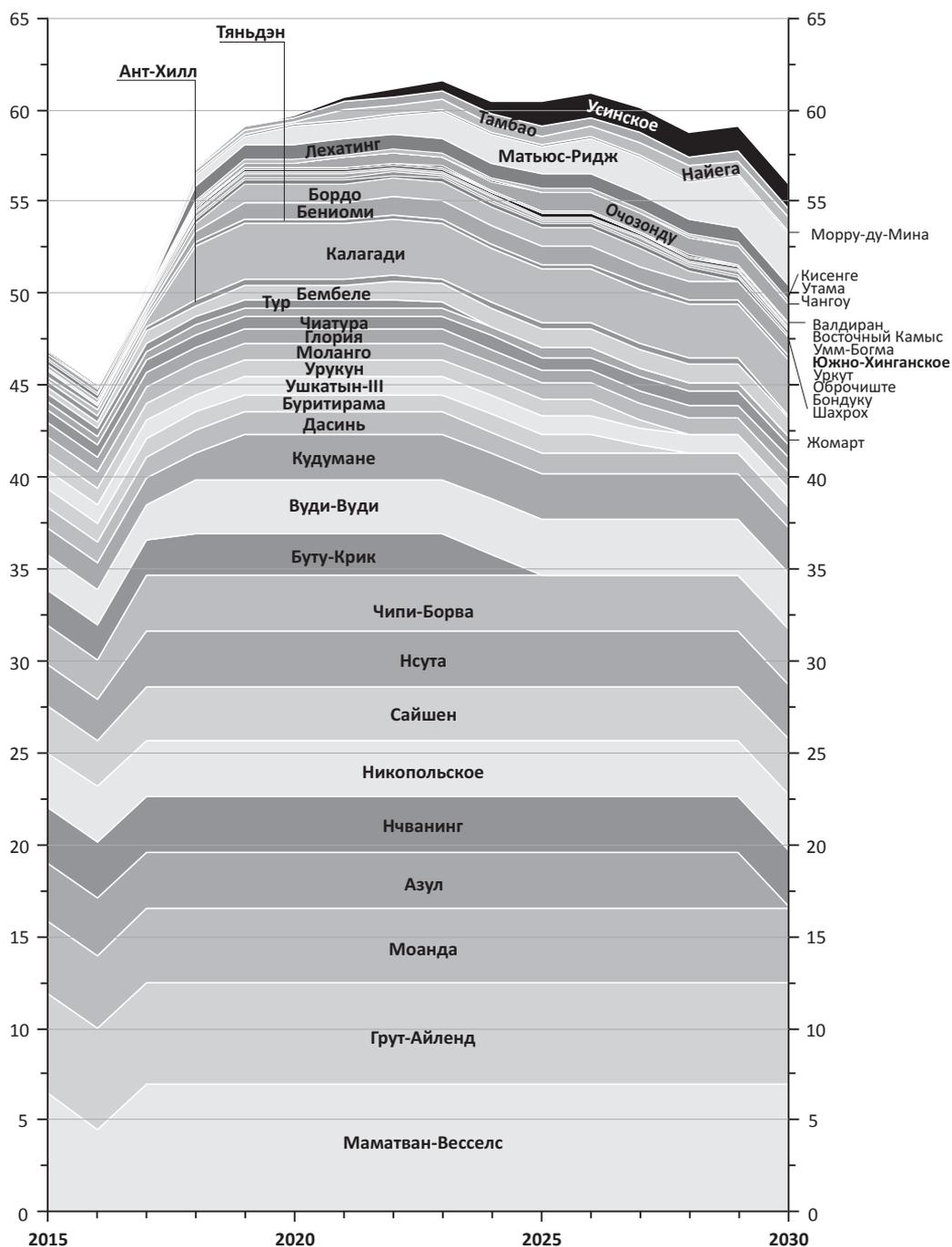


Рис. 3.2 Прогноз добычи марганцевых руд на основе ресурсов ведущих месторождений мира в 2015–2030 гг., млн т

Достоверной информации о геолого-промышленных типах месторождений марганцевых руд Китая (крупнейшего продуцента марганцевых руд в мире) и Индии (одного из ведущих) нет, однако известно, что в КНР наибольший объем марганцевых руд извлекается из недр месторождений в осадочных породах, поэтому доля объектов этого типа в совокупной мировой добыче несколько выше и сравнима с месторождениями в вулканогенно-осадочных породах. В Индии эксплуатируются месторождения в метаморфических породах и в развитых по ним корах выветривания, однако существенного влияния на значимость этих геолого-промышленных типов они не оказывают.

Прогноз добычи марганцевых руд на важнейших месторождениях мира до 2030 г.

Свыше половины (38 млн т в 2015 г.) совокупной мировой добычи марганцевого сырья обеспечивают тринадцать рудников, имеющих годовую производительность по сырой руде более 1 млн т в год каждый (рис. 3.2); шесть из них расположены в рудном поле Калахари в ЮАР. Наибольшие объемы добычи продемонстрировали рудники, отрабатывающие месторождения Маматван и Весселс в ЮАР; в 2015 г. суммарно ими извлечено из недр 6,5 млн т марганцевых руд. Как уже упоминалось, в 2016 г., помимо запланированного снижения производительности этих горных предприятий, на несколько месяцев была приостановлена их работа для расследования причин произошедших несчастных случаев. Но уже в 2017 г. добывающие мощности рудников Маматван и Весселс в сумме должны были быть доведены до 7 млн т в год. Еще на нескольких объектах ЮАР — Нчванинг (Nchwaning), Сайшен, Чипи-Борва, Кудумане (Kudumane) — из недр извлекается 1–3 млн т марганцевой руды в год; на трех последних в период 2017–2019 гг. запланировано увеличение объемов добычи на 0,5–1 млн т в год. Сырьевая база южноафриканских месторождений позволяет вести отработку на уровне 2015 г. и выше (с учетом ее ожидаемого наращивания) по меньшей мере в течение нескольких десятилетий.

За пределами ЮАР крупные рудники действуют на месторождениях Грут-Айленд в Австралии и Моанда в Габоне, где в 2015 г. добыто соответственно 5,4 млн т и 4 млн т марганцевых руд. Сырьевая база обоих объектов достаточна для поддержания таких объемов добычи в течение не одного десятка лет.

Объем производства на месторождениях Азул (Azul) в Бразилии, Никопольском на Украине, Нсута (Nsuta) в Гане, Буту-Крик и Вуди-Вуди (Woodie Woodie) в Австралии и Дасинь (Daxin) в Китае находится в пределах 1–3 млн

т; ресурсы двух из них, Буту-Крик и Азул, могут быть исчерпаны в 2024 г. и в 2030 г. соответственно.

Горными предприятиями среднего масштаба, с уровнем добычи 0,1–1 млн т в год извлечено из недр в 2015 г. в совокупности около 8 млн т марганцевых руд. На некоторых из них планируется расширение мощностей, в том числе на трех рудниках в Габоне, где на месторождении Бембеле (Bembele) к 2022 г. мощность по добыче может вырасти с текущих 0,3 млн т до 1 млн т, а суммарная добыча на месторождениях Бениоми (Beniomi) и Бордо (Bordeaux) к 2019 г. — с 0,4 млн т до 2 млн т в год [14; 33]. Существенно — с 0,3 млн т до 3 млн т — планировалось увеличить с 2018 г. мощность рудника Калагади (Kalagadi) в ЮАР [25].

В перспективе предполагается возобновление добычи марганцевых руд на месторождении Кисенге (Kisenge) в Демократической Республике Конго. Это станет возможным, когда будут отремонтированы заброшенные железнодорожные пути до границы с Анголой, по которым руду планируется отправлять на экспорт через ангольский порт. До начала гражданской войны в Анголе с месторождения ежегодно вывозилось более 200 тыс. т марганцевых руд [6].

В текущем десятилетии планируется ввод в эксплуатацию еще шести месторождений в разных странах (табл. 3.1). Наиболее масштабным является проект канадской компании *Reunion Gold Corp.* Матьюс-Ридж (Matthews Ridge) в Гайане, предусматривающий добычу до 2,8 млн т марганцевых руд в год. Однако из-за падения цен на марганцевое сырье активное развитие проекта было приостановлено, а в начале 2017 г. он был продан китайской компании *Bosai Minerals Group Co. Ltd.*

Рудник на месторождении Найега (Nayega) в Того компании *Keras Resources plc* мощностью 750 тыс. т сырой руды в год должен был быть запущен уже в 2017 г. На месторождении Тамбао (Tambao) в Буркина-Фасо компания *Pan African Minerals Ltd.* в 2015 г. начала опытно-промышленную добычу, но в середине года лицензия была временно приостановлена переходным правительством страны [27]. Компания *Lehating Mining (Pty) Ltd.* провела работы bankable feasibility study на месторождении Лехатинг (Lehating) в ЮАР, но пока дальнейшие работы по вводу в строй добывающего предприятия не ведет.

Подготавливались к разработке два российских месторождения — Усинское в Кемеровской области и Южно-Хинганское в Еврейской АО. Усинский ГОК планировалось ввести в эксплуатацию в 2019 г. с выходом на проектную мощность по добыче 1,38 млн т марганцевой руды в год на седьмой год разработки [3]; в этом случае он мог бы войти в число ведущих горных предприятий мира. Однако реализация проекта прекращена, а компания, готовившая месторождение к эксплуатации, признана банкротом.

В Габоне ведется разведка месторождения Нджоле (Ndjole); сроки запуска рудника на нем и объемы добычи марганцевых руд еще не определены, но вероятность начала его эксплуатации до 2030 г. весьма высока.

Таблица 3.1 Проекты освоения месторождений марганцевых руд в мире

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по сырой/товарной марганцевой руде, млн т/год	Другие полезные компоненты
В вулканогенно-осадочных породах					
Усинское	Россия	утвержден проект освоения	2019	1,375/0,8	
Лехатинг	ЮАР	FS	2018	0,8/0,6	
Афонтиур	ЮАР		отложен на неопределенный срок	1,5/1,455	
Лос-Пумас	Чили		отложен на неопределенный срок	2,6/0,4	
В метаморфических породах					
Южно-Хинганское	Россия	утвержден проект освоения	2015	0,15/нет данных	железные руды
В корах выветривания					
Матьюс-Ридж	Гайана	PFS	2018	2,8/0,75	
Найега	Того	FS	2017	0,75/0,25	
Тамбао	Буркина-Фасо	FS	2017	0,5/нет данных	
Нджоле	Габон	нет данных	нет данных	нет данных	
В осадочных породах					
Бутчерберд	Австралия		отложен на неопределенный срок	3/1	

*PEA — preliminary assessment, PFS — prefeasibility study, FS — feasibility study

Из-за неблагоприятной конъюнктуры рынка марганцевой продукции на неопределенный срок отложена реализация нескольких значимых проектов освоения месторождений, два из которых — Бутчерберд в Австралии и Лос-Пумас (Los Pumas) в Чили — находились на ранних стадиях развития. В рамках проекта Афонтиур (Avontuur) в ЮАР в 2011 г. было выполнено обоснование разработки (definitive feasibility study) месторождения Грейвенхейдж (Gravenhage), однако работы также были приостановлены.

Прогноз добычи марганцевых руд основных стран-производителей до 2030 г.

Запасами и ресурсами марганцевых руд обладают четыре с половиной десятка стран мира (табл. 3.2). На сегодняшний день промышленные запасы (proved+probable reserves) марганцевых руд, по нашим данным, составляют около 3 млрд т, а их суммарные ресурсы (measured+indicated+inferred resources) достигают почти 11 млрд т.

Таблица 3.2 Ресурсы и запасы марганцевых руд в мире, млн т

	Категория	Значение
Россия*	Запасы категорий A+B+C ₁	137,8
	Запасы категории C ₂	92,4
	Запасы забалансовые	16,4
Австралия	Proved + Probable Reserves	120,4
	Measured + Indicated Resources	423
	Inferred Resources	379,7
Алжир	Resources	3,9
Ангола	Resources	5
Болгария	Reserves	125
	Resources	895
Боливия	Resources	16
Босния и Герц.	Reserves	2,5
Бразилия	Reserva Lavravel	73,9
	Measured + Indicated Resources	153
	Inferred Resources	74,8

	Категория	Значение
Буркина-Фасо	Reserves	5,6^r
	Resources	19 ^r
Венгрия	Geologic reserves	78,9
	Exploitable reserves	52
Венесуэла	Reserves	1
Вьетнам	Recoverable Reserves	4
	Reserves	12
	Resources	40
Габон	Proved + Probable Reserves	53^r
	Measured + Indicated Resources	246,7 ^r
	Inferred Resources	83 ^r
Гайана	Proved + Probable Reserves	26,3
	Measured + Indicated Resources	32,4
	Inferred Resources	5,3
Гана	Proved + Probable Reserves	41,3
	Measured + Indicated + Inferred Resources	105
Греция	Resources	2,25
Грузия	Запасы категорий A+B+C₁+C₂	175
Дем.Респ.Конго	Reserves	5,3
	Resources	11,3
Египет	Reserves	3
Индия	Proved + Probable Reserves	127
	Resources	415
Индонезия	Reserves	4,4
	Resources	15,6
Иран	Estimated Reserves	42
	Resources	100

	Категория	Значение
Казахстан	Probable Reserves	13,5
	Запасы категорий А+В+С₁+С₂	682
	Indicated Resources	31,3
	Inferred Resources	174,1
Китай	Ensured Reserves	276,3
	Resources	1220
Кот-д'Ивуар	Proved + Probable Reserves	12^r
	Resources	14 ^r
Лаос	Reserves	0,3
Малайзия	Resources	5
Мали	Reserves	10
Марокко	Reserves	21
Мексика	Reserves	28,6
	Resources	257 ^r
Мьянма	Reserves	9,7
	Resource Potencial	11,3
Намибия	Indicated Resources	4
	Inferred Resources	12,7
Оман	Estimated geological reserves	1,5
Пакистан	Reserves	0,6
	Resources	2
Румыния	Reserves	28
США	Indicated Resources*	174 ^r
	Inferred Resources**	112 ^r
Судан	Reserves	0,1
Таиланд	Reserves	7
Того	Proved + Probable Reserves	8,5
	Measured + Indicated + Inferred Resources	14

Категория		Значение
Турция	Proved + Probable Reserves	3,2
Украина	Запасы категорий A+B+C ₁ +C ₂	2400
Филиппины	Reserves	2,5
Чехия	Potentially Economic Reserves	138,8
Чили	Measured + Indicated Resources	18,3
	Inferred Resources	5,4
ЮАР	Proved + Probable Reserves	655,4 ^г
	Measured + Indicated + Inferred Resources	2125,9 ^г

По данным: [5; 7; 8; 10; 11; 12; 13; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 23; 24; 26; 28; 29; 30; 31; 32; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43].

^г — сумма по известным месторождениям

* — среднее содержание Mn не превышает 3,6%

** — среднее содержание Mn не превышает 2,5%

Добыча марганцевых руд с выпуском товарно-сырьевой продукции ведется в настоящее время в трех десятках стран; в 2015 г. мировое производство товарных марганцевых руд и концентратов составило 53 млн т.

Основными продуцентами являются Китай и ЮАР, суммарно обеспечивающие около 60% мирового производства. Также в число ведущих входят Австралия, Габон, Бразилия, Индия, Украина и Гана, на которые в совокупности приходится немногим более трети выпуска товарного марганцевого сырья в мире (табл. 3.3).

Таблица 3.3 Динамика производства товарных марганцевых руд в мире в 2011–2015 гг., тыс. т

	2011	2012	2013	2014	2015
Китай	14000	14500	15500	16000	16000
ЮАР	8652	8943	10952	14051	15979
Австралия	6961	7179	7426	7587	6281
Габон	3831	3363	4091	3812	4042
Бразилия	2738	2796	2833	2723	2700

Добычные возможности недр

	2011	2012	2013	2014	2015
Индия	2412	2342	2626	2369	2148
Украина	1391	1234	1525	1526	1480
Гана	1828	1491	1998	1497	1478
Казахстан	1096	1070	1121	1092	616
Мексика	437	511	580	566	593
Малайзия	598	1100	1125	835	481
Грузия	370	370	370	370	370
Кот-д'Ивуар	44	100	220	178	263
Иран	194	173	172	140	165
Турция	172	193	322	246	143
Индонезия	119	138	120	120	120
Марокко	58	90	111	91	72
Мьянма	586	286	394	242	70
Венгрия	58	51	35	51	57
Болгария	86	39	104	94	46
Румыния	3	9	21	13	40
Намибия	42	42	133	105	32
Египет	62	40	31	22	10
Таиланд	0,4	8	14	14	9
Оман	41	38	49	38	7
Судан	0	0	3	4	4
Филиппины	4	0,5	3	3	3
Буркина-Фасо	50	0	0	0	2
Пакистан	1	0,5	0	4	0
Вьетнам	65	15,8	10	1	0
Россия	2,6	8,2	0	0	0
Итого	45902	46131	51889	53794	53211

По данным: [1; 2; 9; 22; 34; 44].

В Китае известно более двух сотен марганцевых месторождений во многих регионах, большая их часть находится в южной части страны, особенно в Гуанси-Чжуанском автономном районе и провинции Хунань (на них приходится основная доля горного производства), а также в Гуйчжоу, Юньнань и на северо-востоке провинции Ляонин. Подавляющее большинство месторождений имеют мелкий и средний масштаб; крупных объектов насчитывается менее десятка. Месторождения принадлежат к различным геолого-промышленным типам, преобладают (около 70% ресурсов) залежи, локализованные в осадочных породах. Качество сырьевой базы марганцевых руд Китая невысоко — на убогие и бедные руды приходится более 90% ресурсов, тем не менее они активно обрабатываются. Крупнейшим марганцевым рудником в КНР является Дасинь в Гуанси-Чжуанском АР мощностью по добыче около 1,5 млн т руды в год, эксплуатируемый компанией *CITIC Dameng Holding Ltd.* Сведения о новых проектах освоения марганцевых месторождений в стране отсутствуют. Сырьевая база Китая достаточна для продолжения добычи марганцевых руд на уровне 2015 г. не только до 2030 г., но и на длительную перспективу (рис. 3.3).

Месторождения марганцевых руд ЮАР сконцентрированы в рудном поле Калахари в Северо-Капской провинции, все они имеют крупный масштаб и залегают в толще вулканогенно-осадочных отложений. Падение добычи марганцевых руд в 2016 г. в стране связано с неблагоприятной конъюнктурой рынка марганцевой продукции, а также приостановкой рудников Маматван и Весселс. Однако уже в 2017 г. объемы добычи должны были восстановиться и позднее возрасти в связи с планировавшимся увеличением мощности нескольких горных предприятий (Сайшен, Чипи-Борва, Кудумане, Калагади, Маматван, Весселс). В 2018 г. ожидался ввод в строй еще одного рудника — на месторождении Лехатинг; его проектная производительность по сырой руде намечена в объеме 0,8 млн т в год. В результате суммарная добыча марганцевых руд в ЮАР к 2020 г. может вырасти по сравнению с 2015 г. более чем на 6 млн т, до 23 млн т в год и поддерживаться на этом уровне в течение почти сотни лет.

Основная часть ресурсов марганцевых руд Австралии (около 70%) сосредоточена в осадочном месторождении Грут-Айленд; рудник на нем обеспечивает до 60% их добычи в стране. Значимое количество марганцевых руд добывается на месторождениях Вуди-Вуди и Буту-Крик, залегающих в вулканогенно-осадочных породах. Мощность рудника на Вуди-Вуди к 2018 г. планировалось увеличить с 1,9 млн т до 3 млн т сырой руды в год. В то же время к 2024 г. прогнозируется исчерпание ресурсов марганцевых руд на месторождении Буту-Крик. Поэтому к 2030 г. по сравнению с 2015 г.

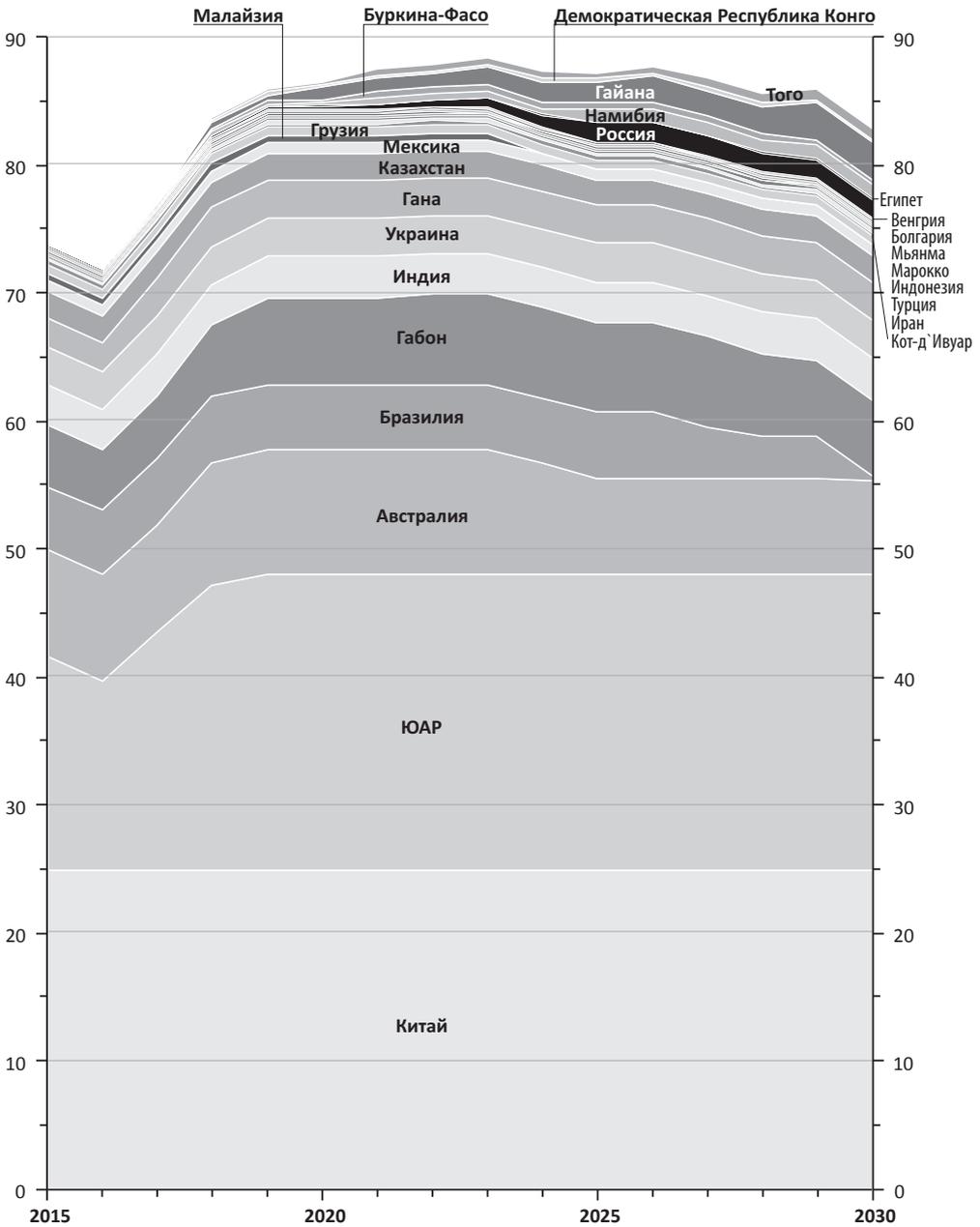


Рис. 3.3 Прогноз добычи марганцевых руд на основе ресурсов стран-производителей в 2015–2030 гг., млн т (по Китаю и Индии использованы статистические данные по стране в целом)

добычные возможности страны могут снизиться на 12%. Этого можно избежать, если будет реализован приостановленный в настоящее время проект освоения месторождения Бутчерберд, предполагающий добычу в объеме 3 млн т марганцевой руды в год.

В Бразилии крупные горные предприятия действуют на месторождениях Азул, где может добываться более 3 млн т в год, Буритирама (Butirirama) — около 1 млн т в год, Урукун (Urucum) — 0,9 млн т в год. Месторождения в корях выветривания Азул и Буритирама расположены в штате Пара, метаморфогенное Урукун — в штате Мату-Гросу-ду-Сул. Сведения о ресурсах марганцевых руд этих месторождений не публикуются, а их запасы будут истощены к концу следующего десятилетия; таким образом, Бразилия может выпасть из числа продуцентов марганцевого сырья. Однако, судя по данным о ресурсной базе страны в целом, этого не произойдет.

В Габоне месторождения марганцевых руд представляют собой плащеобразные коры выветривания первичных карбонатных руд. Основу сырьевой базы составляет месторождение Моанда, охватывающее площадь свыше 30 кв. км; в 2015 г. на его долю пришлось 85% добытых в стране марганцевых руд. Другими эксплуатируемыми месторождениями являются Бембеле, а также Бениоми и Бордо, на которых планируется наращивание добычных мощностей, однако ресурсы месторождения Бордо могут быть истощены в 2028 г. Тем не менее, к 2030 г. в Габоне возможно увеличение ежегодной добычи марганцевых руд не менее, чем на 1,3 млн т — до 6 млн т, а в случае ввода в эксплуатацию месторождения Нджоле этот показатель может возрасти.

Большая часть ресурсов марганцевых руд Индии выявлена в штатах Мадхья-Прадеш и Махараштра, а также Одиша и Карнатака; здесь же сосредоточено основное горное производство. В стране действует несколько десятков марганцевых рудников, разрабатывающих как месторождения в метаморфических породах, так и в развитых по ним корях выветривания. Сырьевая база страны позволяет не снижать достигнутых объемов добычи до 2030 г. и далее.

На Украине ресурсы крупного и давно эксплуатируемого Никопольского месторождения осадочных марганцевых руд достаточны для отработки еще в течение более чем полувека.

В Гане эксплуатируется единственное месторождение Нсута, мощность рудника на котором в 2017 г. планировалось увеличить с 2,3 млн т до 3 млн т в год и поддерживать ее на этом уровне до 2030 г. как минимум.

Более мелкие страны-продуценты также будут способны вести добычу на текущем уровне или выше, за исключением Малайзии, ресурсная база марганцевых руд которой может быть истощена в 2023 г.

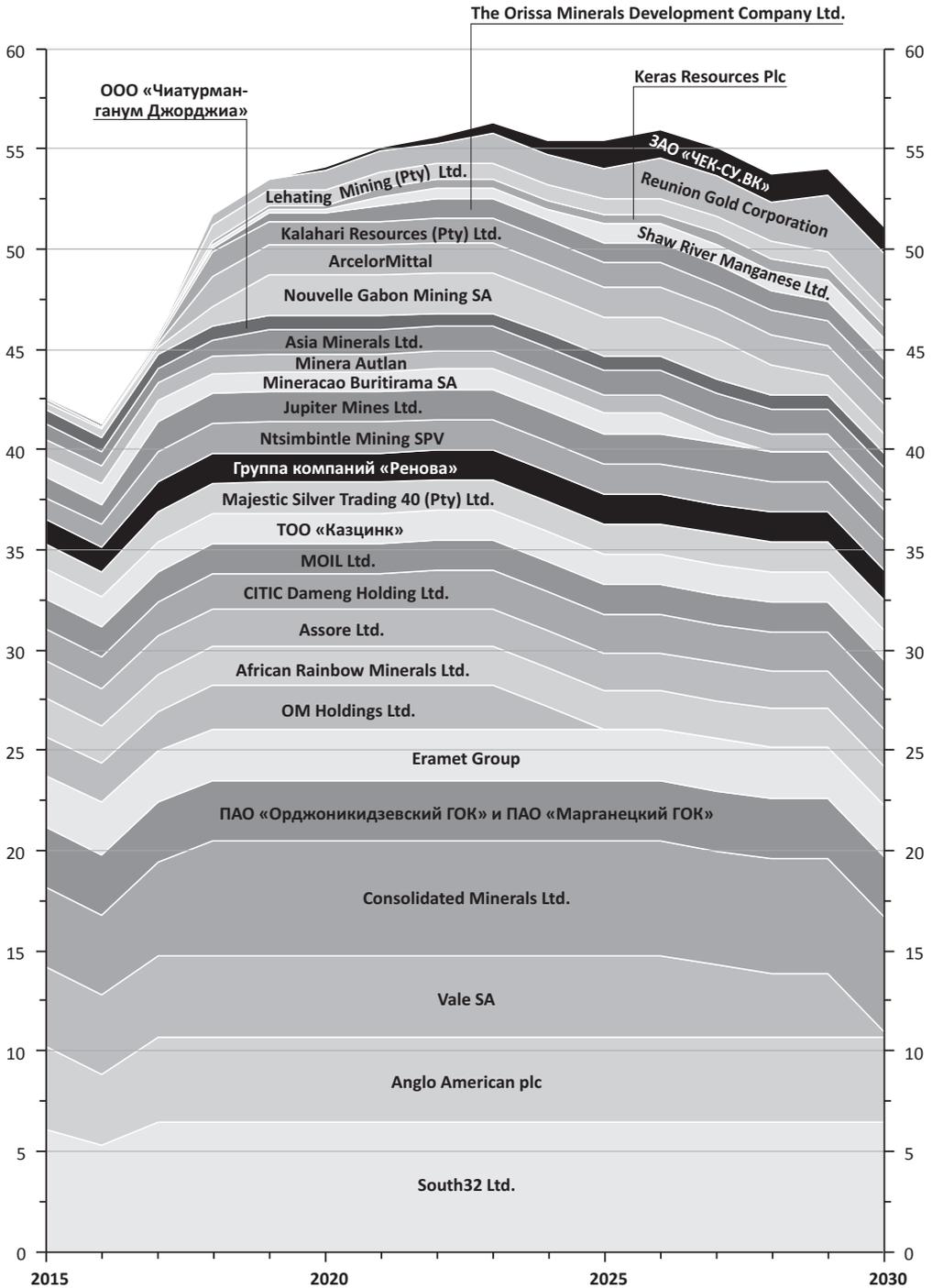


Рис. 3.4 Прогноз добычи марганцевых руд на основе ресурсов, находящихся в распоряжении основных добывающих компаний, в 2015–2030 гг., млн т

Ожидается возобновление добычи марганцевых руд в Демократической Республике Конго и ввод в эксплуатацию новых месторождений в Гайане, Того, Буркина-Фасо и России.

В России добыча марганцевых руд ведется периодически и в крайне малых объемах. В настоящее время осваивается Южно-Хинганское месторождение в Еврейской АО. По календарному плану горных работ добыча на нем месторождении должна была начаться еще в 2015 г. с 74 тыс. т и к 2019 г. выйти на уровень 150 тыс. т в год [4]. Подготовка Усинского месторождения к эксплуатации прекращена.

В целом в мире к концу анализируемого периода прогнозируется рост добычи марганцевых руд примерно на 12% — с 74 млн т в 2015 г. до 83 млн т в 2030 г.

Прогноз добычи марганцевых руд горными компаниями до 2030 г.

Крупнейшими компаниями в марганцеворудном секторе выступают австралийская *South32 Ltd.*, отделившаяся в 2015 г. от сырьевого гиганта *BHP Billiton*, и *Anglo American plc* (Великобритания), владеющие рудниками Грут-Айленд в Австралии (в долях 60% и 40% соответственно) и Маматван и Весселс в ЮАР (44,4% и 29,6%). Они обеспечили в 2015 г. соответственно около 8% и более 5% мировой добычи марганцевых руд (рис. 3.4); в натуральном выражении добыча марганцевых руд этими компаниями составила свыше 6 млн т и более 4 млн т. Ресурсы марганцевых руд месторождений, владельцами которых они являются, позволяют в рассматриваемом периоде удерживать объемы добычи на текущем уровне.

Очень близкие к *Anglo American* позиции по добычным показателям занимают компании *Vale S. A.* (Бразилия) — 4 млн т в 2015 г., а также *Consolidated Minerals Ltd.* (Австралия) — 3,97 млн т.

Vale является владельцем трех месторождений марганцевых руд в Бразилии: Азул, Урукун и Морру-ду-Мина (*Morro-do-Mina*). Информация о ресурсах данных месторождений компанией не предоставляется, а их запасы могут быть исчерпаны к 2030 г.

Компания *Consolidated Minerals* владеет месторождениями Вуди-Вуди в Австралии (100%) и Нсута в Гане (90%). После планируемого увеличения добычных мощностей на обоих рудниках добыча компании с 2018 г. может увеличиться до 5,7 млн т в год и не снижаться до конца рассматриваемого периода. В мае 2017 г. *Consolidated Minerals* была приобретена китайской *Ningxia Tianyuan Manganese Industry Co.*

Гигантское Никопольское месторождение на Украине эксплуатируется совместно компаниями ПАО «Орджоникидзевский ГОК» и ПАО «Марганецкий ГОК». Уровень суммарной добычи в объеме 3 млн т в 2015 г. может поддерживаться ими в течение более чем двухсот лет.

Во владении компании *Eramet Group* (Франция) находится 63,71% акций оператора рудника на месторождении Моанда в Габоне *Cie Miniere de l'Ogooue SA*, ее добыча марганцевых руд в 2015 г. с учетом долевого участия составила 2,6 млн т. Ресурсы марганцевых руд объекта могут обеспечить возможность не снижать объемов добычи не только до 2030 г., но и далее.

Сырьевая база марганцевых руд большинства компаний, добывающих ежегодно 0,7–2 млн т руды в год, также позволяет им продолжать деятельность в течение длительного периода. Так, южноафриканские *African Rainbow Minerals Ltd.* и *Assore Ltd.* в равных долях владеют марганцевыми месторождениями Нчванинг и Глория в ЮАР; при добыче на уровне 2015 г. в объеме 3,79 млн т их ресурсов марганцевых руд достаточно на 170 лет отработки.

Российской группе компаний «Ренова» через дочернюю *Renova Manganese Investments (Pty) Ltd.* принадлежит 49% акций компании *United Manganese of Kalahari (UMK)*, разрабатывающей месторождение Сайшен в ЮАР, сырьевая база которого достаточна для эксплуатации до 2030 г. и далее.

Исключением является компания *OM Holdings Ltd.*, ресурсы основного актива которой — месторождения Буту-Крик в Австралии — могут быть истощены в 2024 г., а также *Mineracao Buritirama SA*, разрабатывающая месторождение Буритирама в Бразилии, исчерпание ресурсов которого прогнозируется в 2027 г.

Доля ведущих в настоящее время компаний-производителей к 2030 г. может сократиться, однако причиной этого будет не столько исчерпание сырьевой базы некоторых из них, сколько появление новых участников, в том числе крупных. В частности, в число заметных производителей может войти компания *Bosai Minerals Group Co. Ltd.*, в 2017 г. выкупившая проект Мэтьюс-Ридж в Гайане у *Reunion Gold Corp.*

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ МАРГАНЦЕВЫХ РУД НА ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ И ОСВАИВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ДО 2030 Г.

Несмотря на падение цен на марганцевую продукцию, продолжавшееся почти непрерывно с 2011 г. по начало 2016 г. (рис. 3.5), за период 2011–2014 гг. в эксплуатацию введено около десятка новых марганцевых месторождений в ЮАР, Габоне, Намибии, Кот-д'Ивуаре и др. Крупнейшие из них действуют

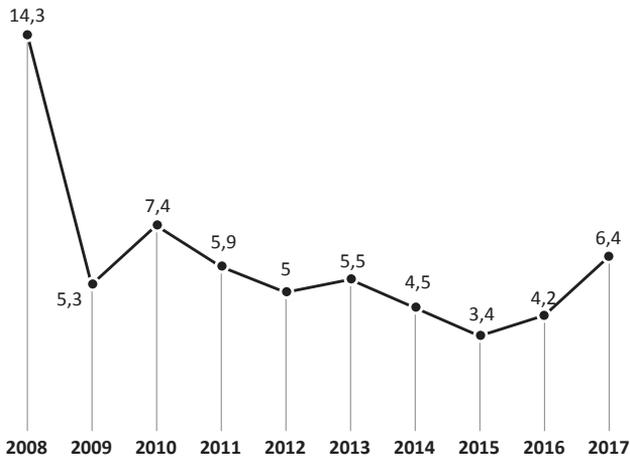


Рис. 3.5 Динамика среднегодовых контрактных цен на кусковые товарные марганцевые руды с содержанием Mn 46% производителей Австралии для поставок в Китай в 2008–2017 гг., долл. США за процент содержания марганца в тонне руды

в ЮАР — Сайшен, Кудумане и Чипи-Борва с объемами добычи 1,5–2 млн т руды в год на каждом. Хотя большинство новых горных предприятий пока не выведено на полную мощность, в 2015 г. они суммарно обеспечили уже почти 10% мировой добычи марганцевых руд. В целом введенные в последние годы рудники могут в совокупности к 2019 г. более чем удвоить свои добычные показатели и сохранять их приблизительно на том же уровне до 2030 г. (рис. 3.6).

После 2023 г. добыча марганцевых руд на разрабатываемых сегодня объектах может начать постепенно снижаться из-за истощения некоторых месторождений в Бразилии, Австралии и Малайзии. Тем не менее, ожидается, что к 2030 г. они смогут обеспечить примерно на 4% больше мировой добычи марганцевых руд, чем в 2015 г.

Подготавливаемые в настоящее время к разработке месторождения не смогут кардинально изменить ситуацию в отрасли, но их дополнительный суммарный вклад в мировую добычу к 2030 г. может составить около 9% от совокупных показателей 2015 г.

В целом, с учетом выхода на проектные мощности введенных в 2011–2014 гг. горных предприятий и реализации новых проектов освоения месторождений, мировая добыча в рассматриваемом периоде может только на учитываемых в анализе объектах к 2023 г. превысить 88 млн т против 74 млн т в 2015 г., а к 2030 г., несмотря на некоторый прогнозируемый спад, она может оказаться на 9 млн т выше сегодняшнего уровня.

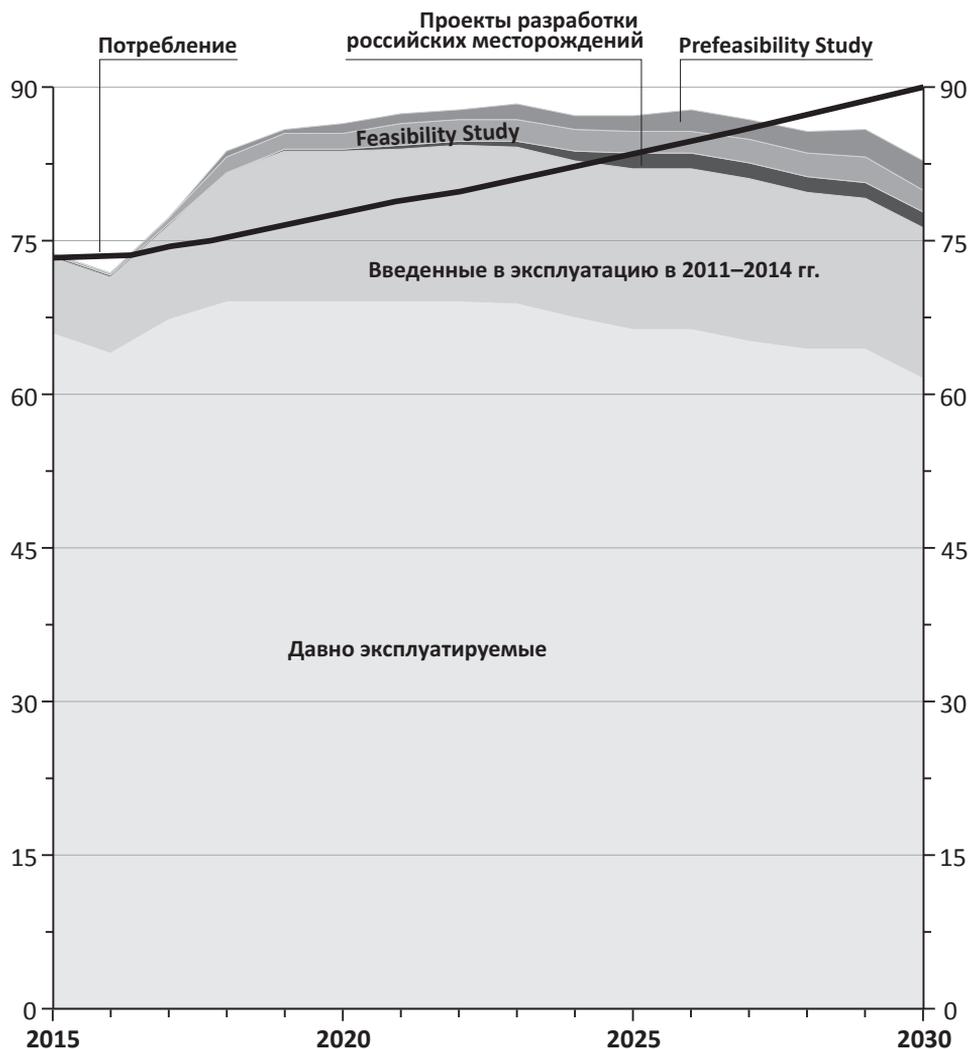


Рис. 3.6 Прогноз потребления марганцевых руд и их добычи на основе ресурсов эксплуатируемых и осваиваемых месторождений в 2015–2030 гг., млн т

В то же время из-за ухудшения конъюнктуры рынка марганцевого сырья в 2011–2012 гг. были приостановлены несколько значимых проектов, при реализации которых мировая добыча марганцевых руд могла бы увеличиться еще более чем на 7 млн т в год.

Снижение предложения марганцевого сырья в 2016 г., связанное с низкими ценами, обусловило его дефицит на рынке. Это сначала остановило падение

цен, а с осени 2016 г. вызвало их кратковременный, но стремительный рост. Так, цены компании *South32* на австралийские кусковые товарные марганцевые руды для поставки китайским потребителям в ноябре 2016 г. выросли на 63% относительно октября, а среднегодовой показатель 2016 г. увеличился по сравнению с 2015 г. более чем на 23%. Восстановление объемов добычи привело к тому, что уже в феврале 2017 г. подъем цен сменился очередным снижением, которое, однако, оказалось временным — к концу лета цены снова стали расти. В среднем в 2017 г. цены превысили среднегодовые показатели 2016 г. на 52% (рис. 3.5).

Тем не менее, планируемый постепенный вывод на полную мощность горных предприятий, введенных в строй в 2011–2014 гг., даже в условиях роста потребления на уровне последних лет приведет, скорее всего, к превышению предложения марганцевого сырья на рынке над спросом, что может произойти уже в 2019 г. Это, в свою очередь, скорее всего, спровоцирует возобновление снижения цен.

Сохранение тенденции роста цен возможно только при условии существенного усиления спроса со стороны потребителей марганцевой сырьевой продукции, в первую очередь Китая. В этом случае благоприятная конъюнктура рынка будет способствовать не только завершению реализуемых проектов по вводу в эксплуатацию месторождений марганцевых руд, но и возобновлению замороженных и появлению новых. В противном случае (что более реально) в ближайшие пять–семь лет можно ожидать продолжения консервации проектов.

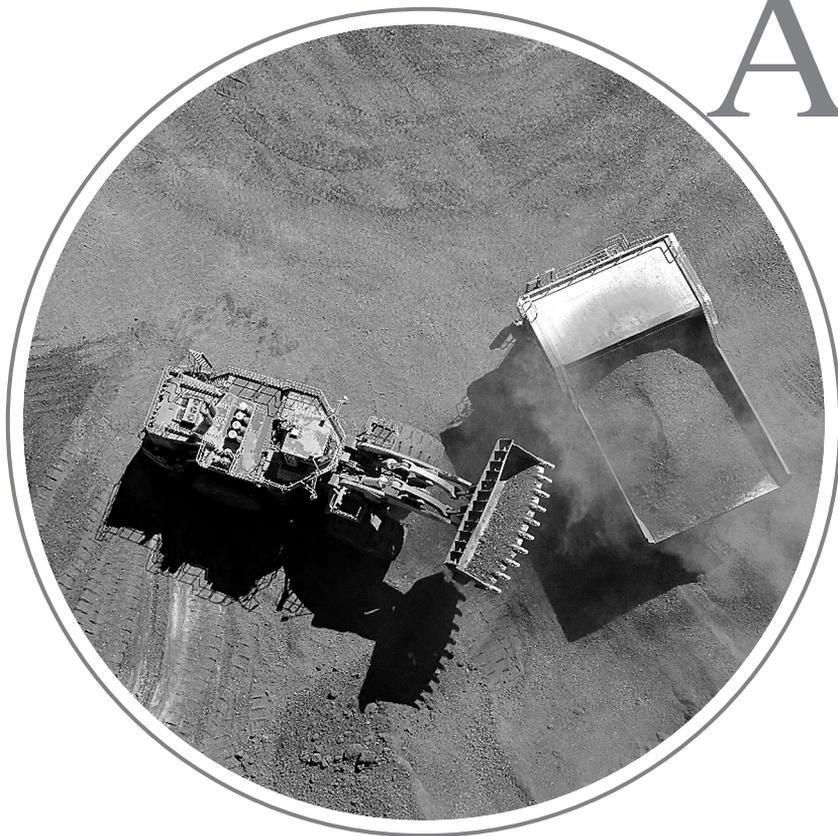
В России потребление марганцевых руд не демонстрирует тенденции к повышению и в настоящее время практически полностью обеспечивается импортом. Как уже упоминалось, реализация текущих проектов освоения (Усинское, Южно-Хинганское месторождения) могла бы во второй половине следующего десятилетия поднять добычу марганцевых руд в стране с нуля на уровень 1,5 млн т в год. Однако освоение среднемасштабного Южно-Хинганского месторождения в Еврейской АО, которое готовится к отработке китайской компанией ООО «Хэмэн Дальний Восток», тормозится из-за нестабильности его финансирования, при этом вся продукция строящегося предприятия предназначена на экспорт. Реализация проекта по подготовке к эксплуатации крупного Усинского месторождения в Кемеровской области прекращена, поскольку не была поддержана властями региона и местными жителями.

Освоение других отечественных объектов в условиях низких цен на марганцевое сырье едва ли возможно, поскольку оно сдерживается либо расположением их в районах с неразвитой инфраструктурой, либо низким качеством сырья, требующим использования сложных методов переработки, либо необходимостью применения подземных методов разработки.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ:

1. Металл Украины. Новости. Украина: В январе-апреле 2017 года производство ферросплавов выросло. 22.05.2017
2. Министерство Национальной Экономики Республики Казахстан. Комитет по статистике. Основные показатели работы промышленности Республики Казахстан за январь-декабрь 2016 г. Производство промышленной продукции в натуральном выражении. 2017
3. ОАО Институт «Уралгипроруда». ЗАО «ЧЕК-СУ.ВК». Строительство ГОКа на базе Усинского марганцевого месторождения. Карьеры. Проектная документация. Том 5, ч. 1. Пояснительная записка. Календарный план горных работ. 2011
4. Система удаленного сбора электронных копий протоколов ГКЗ/ТКЗ и ЦКР. Протокол № 89/14-стп ЦКР-ТПИ Роснедр. Рассмотрение проектной документации «Вскрытие и отработка марганцевой руды рудника «Поперечный» на Южно-Хинганском месторождении». 24.06.2014
5. Эксперт Казахстан. Политика и экономика. Недр, о которых забыли. 24.04.2017.
6. Africa Intelligence. Manganese: Gertler waiting for a firm rail accord. 24.02.2015.
7. Australian Government. Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources as at December 2015. 2016
8. BOI (Board of Investment) Govt. of Pakistan. Investment Opportunities. Minerals sector. 2007
9. British Geological Survey. World Mineral Production 2011–2015. 2017
10. BusinessDay. Breaking News. Angola plans iron, manganese investments to cut oil reliance. 09.04.2013
11. Canada-Pakistan Chamber of Commerce. Bringing Mining in Pakistan up to International Standards. 2013
12. China Geological Survey. Geology & Mineral Resources of Myanmar. 2015
13. Consolidated Minerals Ltd. Annual Report 2015. 04.04.2016
14. Cote d'Ivoire Economie.com. Mines: CICMHZ promet 500 000 tonnes de manganese en 2012. 19.05.2011
15. Czech Geological Survey. Ministry of the Environment of the Czech Republic. Mineral Commodity Summaries of the Czech Republic 2015 (Statistical Data to 2014). 31.08.2015
16. DNPM (Departamento Nacional de Producao Mineral). Anuario Mineral Brasileiro 2010. Parte I — Estatística Brasil. 2012
17. FIPA (Foreign Investment Promotion Agency of Bosnia and Herzegovina). Investment Opportunities in Bosnia and Herzegovina. 2016, March
18. Hungarian Office for Mining and Geology. Mineral Raw Material Reserves as of 1 January 2016. 2017, March
19. Indian Bureau of Mines. Indian Minerals Yearbook 2011 (Part — II). 50 th Edition. Manganese Ore (advance release). 2012
20. ITIE (Initiative pour la Transparence dans les Industries Extractives). ITIE Burkina Faso. Rapport ITIE2013. 2016, March
21. Keras Resources plc. Annual Report 2016. 2017
22. Malaysian Minerals. Mineral Statistics 2008–2016. 2017, May
23. ME-METALS. The Middle East Mines and Metals Directory. Mining Opportunities in Oman. Sultanate of Oman. The Public Authority for Mining 2015. 2015
24. Metallic Mineral Resources of Greece. Central European Journal of Geosciences, #4, 2012. 2012, October
25. Metmar Ltd. Integrated Annual Report 2015. 2015

26. Minera Autlan. Reporte Anual y Estados Financieros Dictaminados. Año terminado el 31 de diciembre de 2015. 2016
27. Mining Weekly. Sector News. Pan African Minerals to seek compensation from Burkina Faso. 22.12.2015
28. Ministère de l'Énergie et des Mines Algeria. Mines. Les Potentialités Minières. Le Manganèse. 2013
29. Ministry of Energy and Mineral Resources Republic of Indonesia. Directorate General of Mineral and Coal. Indonesia Mineral and Coal Information 2015. 2016
30. Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2015 China Mineral Resources. 2015, October.
31. MTA (Maden Tetkik ve Arama Genel Mudurlugu). Türkiye Maden Reservleri. 01.02.2010
32. National Bureau of Statistics of China. China Statistical Yearbook 2016. Resources and Environment. 8–4 Ensured Reserves of Major Mineral. 2016
33. Nouvelle Gabon Mining. Activités et Projets. 2017
34. Pakistan Bureau of Statistics. Minerals Production data 2013–14. 2014
35. PolyMet Mining Corp. Annual report 2007. 2008
36. Porter GeoConsultancy. Database. Deposit Description. El Mutun, Bolivia. 2008
37. Primature: Portal Officiel du Gouvernement. Presse. Exploitation de manganèse a Ansongo: l'Eldorado en chantier a Tassiga. 01.04.2011
38. République Démocratique du Congo. Ministère des Mines. Exploitation. Province du Katanga. Entreprise Minière KISENGE Manganèse «EMK-Mn». 2013
39. Reunion Gold Corporation. Home Page. 2013.
40. Shaw River Manganese Ltd. ASX Announcements. Mineral Resource Upgrade Delivered at Otjo Project. 11.12.2012
41. SIMFE2017–2nd Annual Sudan International Mining Business Forum & Exhibition. Ministry of Minerals. Investment Opportunities. 2016
42. Southern Hemisphere Mining Ltd. ASX Announcements. Investor Presentation. 09.03.2011
43. World Bank. Final Report for Economic Geology FR-2. Sector Plan for Sustainable Development of the Mining Sector in the Lao PDR. 2006, November
44. World Metal Statistics Yearbook 2016. 2016



АЛЮМИНИЕВОЕ СЫРЬЕ

Анализ мировых добычных возможностей эксплуатируемых, разведываемых и осваиваемых месторождений бокситов базируется на данных о ресурсах, запасах и добыче на 110 объектах, являющихся как отдельными месторождениями, так и группами месторождений. Учтены данные по большинству эксплуатируемых месторождений и наиболее значимым проектируемым добывающим предприятиям зарубежных стран. В анализе участвовали все российские месторождения, учитываемые Государственным балансом полезных ископаемых Российской Федерации, независимо от их масштабов, качества содержащегося сырья и перспектив освоения.

Полнота проанализированных данных оценивалась по доле сырья, добываемого на объектах, участвовавших в анализе, в совокупной мировой добыче бокситов. В 2015 г., по нашей оценке на основе данных World Metal Statistics Yearbook 2016 [62] и отдельных добывающих компаний, добыто 292 млн т

алюминиевого сырья. Объекты, использованные в анализе добычных возможностей, обеспечили в 2015 г. добычу 286 млн т бокситов, что составляет 98% их мирового производства; некоторая неполнота в основном связана с отсутствием достаточной информации по месторождениям Китая и Индии.

Бокситы образуются в гипергенных условиях в широком возрастном диапазоне от протерозоя до наших дней и могут залегать как на поверхности, так и на глубинах до 1 км и более.

Мировая сырьевая база традиционного алюминиевого сырья — бокситов — базируется на четырех геолого-промышленных типах месторождений:

- латеритном;
- полигенном;
- осадочном в карбонатных толщах;
- осадочном в терригенных толщах.

Основную роль играют латеритные и полигенные месторождения бокситов. Первые заключают 38% мировых запасов бокситов, 62% ресурсов и обеспечили в 2015 г. 37% их мировой добычи; вторые, соответственно, 38% запасов, 27% ресурсов и 38% суммарного производства.

Латеритные месторождения бокситов образуются на поверхностях выравнивания древних платформ при глубоком химическом выветривании алюмосиликатных горных пород основного и среднего состава в условиях тропического и субтропического климата в результате интенсивной и длительной промывки толщ дождевыми водами, приводящей к выносу из них щелочных металлов и кремнезёма и накоплению остаточных оксидов алюминия, железа и титана. Формирование их происходило по крайней мере с конца протерозойской эры и продолжается в отдельных районах в условиях тропического климата до сих пор, однако наиболее интенсивно процесс латеритного бокситообразования проявился в возрастном интервале от позднего мела до раннего неогена. Залежи, как правило, не дислоцированы и имеют плащеобразную форму.

Среди латеритных месторождений наибольшее промышленное значение имеют объекты бовального типа, широко распространённые в странах Западной Африки, Юго-Восточной Азии, Южной Америки. Рудные тела таких месторождений представляют собой пласты латеритных бокситов мощностью 10–40 м, покрывающие платообразные возвышенности (бовали) и распространяющиеся на площади до нескольких квадратных километров. Они заключают крупные запасы гиббситовых бокситов высокого качества,

содержащих 45–60% Al_2O_3 , 1–5% SiO_2 . Латеритный профиль бокситов, показанный на примере месторождений группы Парагоминас (Pargominas) в Бразилии, включает (сверху вниз):

- каолинистые глины;
- железистые латериты с пизолитами гидроксидов железа и алюминия («кираса»);
- железистые латериты с обломками бокситов;
- массивные гиббситовые бокситы;
- обломочные бокситы;
- пятнистые глины.

Месторождения бовального типа характеризуются благоприятными условиями отработки, рудные тела не требуют вскрыши и не обводнены. Добыча осуществляется исключительно открытым способом.

К латеритным месторождениям бовального типа относятся месторождения группы Парагоминас и Порту-Тромбетас (Porto Trombetas) в Бразилии, Фриа (Fria) и Киндия (Kindia) в Гвинее, Панчпатмали (Panpachtmali) и Бапхлимали (Baphlimali) в Индии, Пихигуаос (Pihiguaos) в Венесуэле и другие.

Латеритные месторождения линейного и линзообразного типа являются, как правило, погребенными и промышленного значения не имеют, так как в современных условиях их разработка нерентабельна. Так, руды одного из крупнейших российских бокситовых месторождений Висловского в Белгородской области залегают на глубине 500–600 м, поэтому, несмотря на их высокое качество, они не могут конкурировать с более бедными рудами, залегающими вблизи поверхности.

Полигенные месторождения приурочены обычно к краевым участкам древних платформ и формируются в условиях интенсивно расчлененного рельефа на древних поверхностях выравнивания. Рудные тела состоят из латеритных бокситов и продуктов их ближайшего переотложения. Наиболее крупные полигенные месторождения относятся к пластообразному типу. Это крупнейшая в мире бокситовая залежь Сангареди (Sangaredi) в Гвинее, а также Уэйпа (Weipa), Гов (Gove), Митчелл-Плато (Mitchel Plateau), Хантли (Hantly), Уилоудейл (Willowdale), Маунт-Саддлбак (Mount Saddleback) в Австралии. Крупные пластообразные залежи мощностью 2–28 м (Сангареди — до 40 м) распространяются на значительной площади (0,3–15 кв. км). Качество бокситов высокое: содержание Al_2O_3 –47–62%, SiO_2 –1–10%, минеральный состав гиббситовый с небольшим количеством бёмита, гематита, каолинита. В разрезе бокситовой залежи отражены про-

цессы перемыва и переотложения латеритных бокситов, присутствуют конгломератовые, гравелитовые, песчаникоподобные разности.

Полигенные месторождения линзообразного и карстово-линзообразного типа представлены более мелкими телами гиббситовых или шамозит-гематит-бемитовых бокситов. Качество бокситов среднее: например, в Вежаю-Ворыквинском месторождении содержание Al_2O_3 —45–55%, SiO_2 —6–10%. Рудные тела располагаются на поверхности или вблизи неё; отработка их ведется открытым способом. Такие месторождения разрабатываются в Суринаме, Гайане и России.

Гораздо менее значительную роль в мировой добыче бокситов играют осадочные месторождения. На объекты, локализованные в карбонатных толщах, в 2015 г. пришлось всего 7% совокупного объема добытого алюминиевого сырья, в них заключено 6% мировых запасов и 3% ресурсов. Осадочные месторождения в терригенных толщах содержат 18% запасов и 8% ресурсов, на них было добыто 19% алюминиевого сырья.

Осадочные месторождения представляют собой слои переотложенного бокситового материала, заключенные в терригенных или карбонатных породах. Качество руд осадочных месторождений, как правило, ниже, а горнотехнические условия отработки хуже, чем в латеритных и полигенных месторождениях.

Осадочные месторождения в карбонатных толщах приурочены к герцинским и альпийским складчатым областям, локализуясь в краевых частях крупных прогибов или периферических частях внутригеосинклинальных поднятий. Эти месторождения залегают среди морских карбонатных отложений на поверхности закарстованных карбонатных пород, лишенных терригенного материала.

Наибольшее промышленное значение имеют месторождения карстово-котловинного типа, формирование которых происходило в обширных карстовых областях (месторождения Ямайки). Эти месторождения имеют крупные запасы высококачественных гиббситовых бокситов (Al_2O_3 —45–55%, SiO_2 —1–5%) и залегают близ поверхности. Размеры рудных тел колеблются в широких пределах: от небольших «карманов» до гигантских котловин, занимающих площадь в несколько гектаров. Непрерывные рудные залежи иногда прослеживаются на расстоянии до 30 км. Мощность рудных тел изменяется от нескольких дециметров до 38 м. Средняя промышленная мощность залежей — от 3 до 10 м.

Важное промышленное значение имеют также месторождения карстово-пластообразного типа, залежи которых прослеживаются на сотни метров или несколько километров (месторождения Североуральского и Южно-Уральского бокситоносных районов России, месторождения Венгрии, Боснии и Герцеговины). Залежи погребенные, имеют выдержанную мощность (5–7 м, иногда

до 12 м); добыча бокситов осуществляется преимущественно подземным способом. Руды сложены бемитом и диаспором в разных соотношениях, отличаются высоким ($52\text{--}56\% \text{Al}_2\text{O}_3$, $1\text{--}6\% \text{SiO}_2$) и устойчивым качеством.

Месторождения карстово-линзообразного и карстово-воронкового типа имеют меньшие размеры залежей, заключающих высококачественные руды бемитового и каолинит-бемитового состава. Они распространены в пределах Средиземноморского бокситового пояса в Черногории, Герцеговине, Венгрии, Греции, Франции, Италии. Разрабатываются как карьерным, так и подземным способом.

Осадочные месторождения в терригенных толщах располагаются в пределах древних, а также эпикаледонских, реже эпигерцинских платформ. Месторождения располагаются, как правило, вблизи склоновых частей поднятий; в некоторых случаях они приурочены к впадинам или полям развития карста в пределах выступов фундамента. Наиболее крупными являются месторождения пластообразного типа на эпикаледонских платформах (Северо-Онежский и Южно-Тиманский бокситоносные районы России, месторождения Китая). Мощность рудных залежей таких объектов колеблется от 1 м до 16 м. Руды различного состава, содержат гиббсит, бемит, диаспор, каолинит и другие минералы. Качество их невысокое, содержание Al_2O_3 — $47\text{--}54\%$, SiO_2 — $16\text{--}30\%$.

Сравнительно крупные ресурсы заключают месторождения каолинит-гематит-гиббситовых руд карстового, карстово-котловинного и контактово-карстово-котловинного типов, распространенные в Казахстане (Белинское, Аятское, Краснооктябрьское, Верхнеашутское и Нижнеашутское). Рудные залежи этих месторождений имеют форму линз и карманов и непостоянную мощность, меняющуюся от первых метров до первых десятков метров. Химический состав бокситов характеризуется значительными колебаниями содержания Al_2O_3 (от 24% до 50%) и SiO_2 — от 5% до 16%. Разрабатываются они открытым и подземным способом.

Прогноз добычи бокситов на месторождениях ведущих геолого-промышленных типов до 2030 г.

Роль полигенных месторождений, на долю которых в 2015 г. приходилось 38%, а годом ранее — 40% добываемых в мире бокситов, как ожидается, будет сокращаться. В период до 2022 г. прогнозируется стабильный рост добычи полигенных бокситов (рис. 4.1) за исключением небольшого сокращения в 2017 г. из-за прекращения добычи в Суринаме. Рост будет происходить, главным образом, благодаря увеличению добычи в Австралии, где проектируется

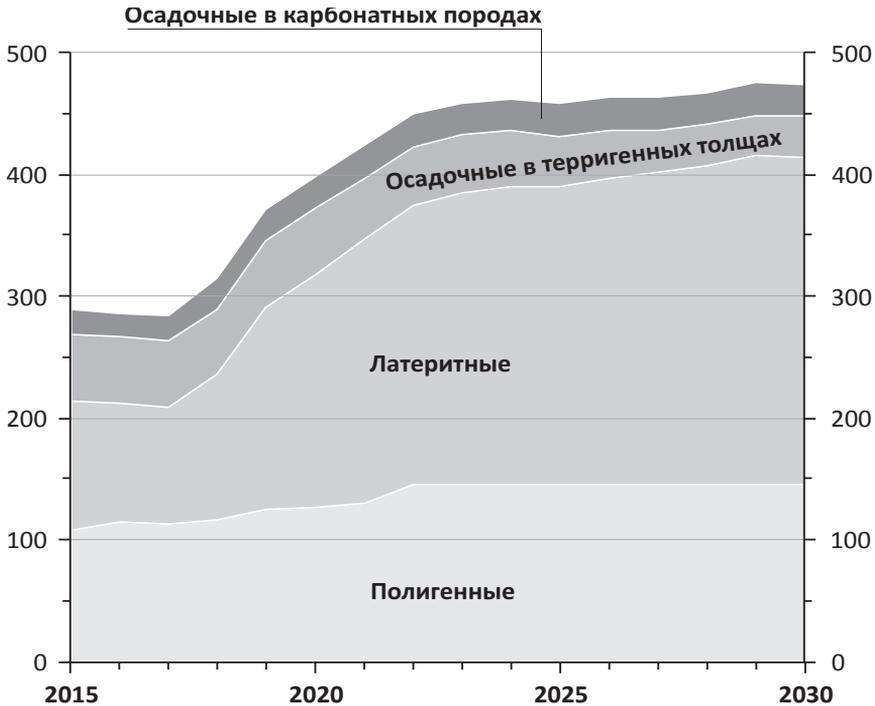


Рис. 4.1. Прогноз добычи бокситов на основе ресурсов месторождений различных геолого-промышленных типов в мире в 2015–2030 гг., млн т

расширение мощности действующего рудника Уэйпа наряду с освоением новых месторождений полуострова Кейп-Йорк и Восточно-Австралийской провинции; реализация этих планов приведет к почти полуторакратному росту добычи полигенных бокситов, со 107 млн т до 147 млн т в 2022 г., а в 2023 г. сократится до 146 млн т в результате завершения разработки мелкого месторождения Уркхарт (Urquhart) в Австралии, которое планируется ввести в эксплуатацию в 2018 г. В дальнейшем до 2030 г. добыча полигенных бокситов будет стабильной, и в 2030 г. она будет составлять около 30% мировой.

Месторождения латеритных бокситов практически не уступали по значимости полигенным, в 2015 г. на них приходилось 37% мировой добычи, хотя ещё годом ранее — только 32%. В 2016–2017 гг. добыча латеритных бокситов может сократиться из-за её спада в Малайзии, где с начала 2016 г. объявлен мораторий на добычу и экспорт бокситов. Однако уже в 2018 г. добыча латеритных бокситов может оказаться намного выше, чем полигенных, главным образом, благодаря росту производства в Гвинее в связи с вводом в эксплуатацию четырех новых месторождений — Кумбиа (Koumbia), Боффа-Санте-Уда (Boffa-Santou Houda), Диан-Диан (Dian Dian), Самая-Дубрека (Samaya-Dubreka) — и удвоению мощ-

ности рудника Катугума (Katougouma), запущенного в эксплуатацию в середине 2015 г. Разработку ещё четырёх месторождений — Бель-Эр (Bel Air), Дабола-Туге (Dabola-Tougue), Лабе (Labe) и Телимеле (Telimele) — планируется начать в 2019 г., к ним в 2020 г. добавится ещё два проекта, Боффа-СРІ (Boffa-CPI) и Маму (Mamou). В результате в 2018–2021 гг. добыча из латеритных бокситов будет расти гигантскими темпами, в среднем на 24% в год и к 2021 г. удвоится по сравнению с 2015 г. В дальнейшем её рост замедлится и составит в среднем 3% в год. К 2030 г. из латеритных месторождений будет добываться более половины извлекаемых в мире бокситов.

Значимость осадочных месторождений, локализованных в терригенных породах, значительно ниже. Месторождения этого геолого-промышленного типа дают сегодня примерно пятую часть объема добываемых в мире бокситов. Начиная с 2017 г., добыча бокситов из месторождений этого типа будет постоянно сокращаться за счет исчерпания запасов ряда китайских месторождений; к 2027 г. объем добываемого на них сырья может сократиться в полтора раза, примерно до 33 млн т и будет сохраняться на этом уровне до конца рассматриваемого периода; доля таких объектов в мировом производстве снизится с 19% до 7%.

Добыча осадочных бокситов, локализованных в карбонатных толщах, напротив, может вырасти в ближайшие два года почти в полтора раза, примерно до 27 млн т благодаря возобновлению эксплуатации законсервированных во время кризиса 2008–2009 г. месторождений и расширению производства на действующих рудниках Ямайки. Их доля в мировом производстве сократится незначительно.

В целом мировая добыча бокситов, если будут реализованы имеющиеся проекты освоения новых месторождений, может вырасти к концу 2030 г. более чем в полтора раза и достигнет 480 млн т.

Прогноз добычи бокситов на важнейших месторождениях мира до 2030 г.

Половина мировой добычи бокситов (142 млн т) в 2015 г. приходилась всего на восемь месторождений (рис. 4.2), среди которых семь гигантских (австралийские Дарлинг-Рейндж (Darling Range), Уэйпа, Маунт-Саддлбак, бразильские Порту-Тромбетас, Парагоминас и Журути (Juruti), гвинейское Сангареди) и крупное месторождение Гов в Австралии. На каждом из них добыто более 7 млн т, добыча на Дарлинг-Рейндж составила 31,7 млн т. Все эти объекты имеют мощную сырьевую базу, которая позволяет продолжать

Добычные возможности недр

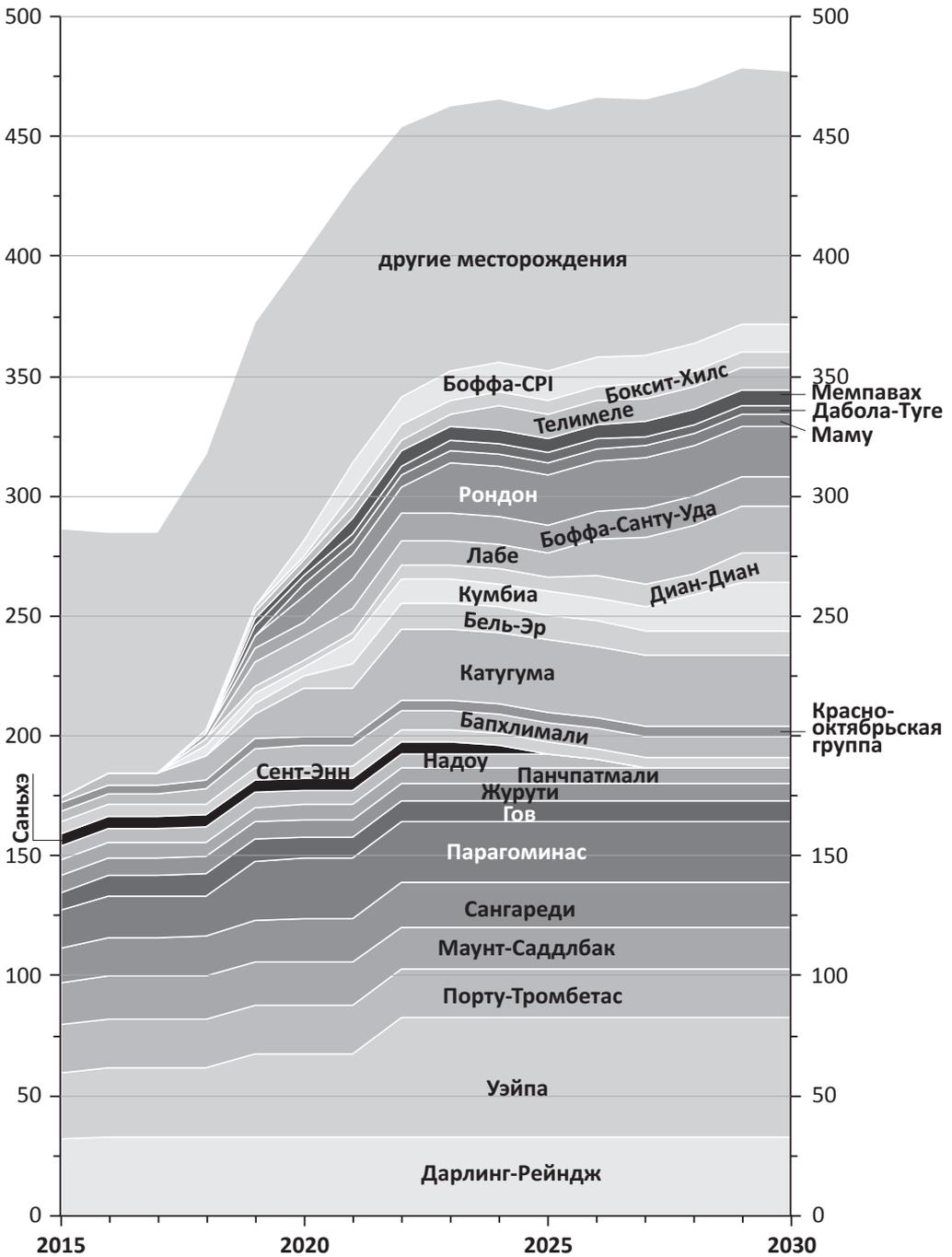


Рис. 4.2. Прогноз добычи бокситов на основе ресурсов важнейших месторождений мира в 2015-2030 гг., млн т

производство на текущем уровне не менее, чем до 2030 г. При этом мощность предприятий, эксплуатирующих объекты группы Уэйпа, планируется к 2023 г. увеличить практически вдвое, до 50 млн т/год.

Продуценты «второго эшелона», куда входят 16 месторождений, на каждом из которых добывалось не менее 2 млн т бокситов в год, обеспечили еще 20% или 58 млн т добытых бокситов. Среди них три китайских — Надоу (Nadou), Саньхэ (Sanhe) и Сяои (Siaoi) — будут отработаны в 2021–2026 гг. Нарращивание добычи планируется на введенном в эксплуатацию в 2013 г. месторождении Бапхлимали в Индии и на вступившем в эксплуатацию в 2015 г. месторождении Катугума в Гвинее; с 2022 г. здесь планируют добывать 30 млн т/год бокситов, что позволит ему занять третье место по величине добычи после австралийских Уэйпа и Дарлинг-Рейндж.

Более мелкие эксплуатируемые месторождения обеспечили в 2015 г. суммарно 87 млн т или около 30% добываемых в мире бокситов. Естественное истощение ресурсов некоторых из них, главным образом в Китае, приведет к некоторому сокращению производства на таких объектах.

В настоящее время реализуется по крайней мере 21 проект освоения новых месторождений бокситов в разных странах мира, в том числе десять — в Гвинее (табл. 4.1); практически все они должны быть введены в строй в 2018–2020 гг. Самыми крупными из них являются проекты освоения месторождений Кумбиа и Лабе в Гвинее и объектов группы Рондон (Rondon) в Бразилии. Успешная реализация всех имеющихся на сегодняшний день проектов освоения новых месторождений даст к 2030 г. дополнительно 150 млн т бокситов. Ещё около 50 млн т будет получено за счет расширения мощностей действующих рудников Уэйпа в Австралии (проект Амрун) и Катугума в Гвинее. В совокупности это может обеспечить к 2030 г. дополнительно около 200 млн т бокситов ежегодно, что будет означать рост мирового производства более, чем на 60% по сравнению с 2015 г.

Таблица 4.1 Проекты освоения месторождений бокситов в мире

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче бокситов, млн т/год
Латеритный				
Кумбиа	Гвинея	FS	2018	4 (I-очередь), 10 (II-очередь), 20 (III-очередь)

Добычные возможности недр

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче бокситов, млн т/год
Боффа-Санту-Уда	Гвинея	FS	2018	6 (I-очередь), 12 (II-очередь)
Самая-Дубрека	Гвинея	FS	2018	3
Диан-Диан	Гвинея	FS	2018	3 (I-очередь), 6 (II-очередь), 12 (III-очередь)
Поттанги	Индия	FS	2018	2,1
Болавен	Камбоджа	FS	2018	1,8
Лабе	Гвинея	PFS	2019	10 (I-очередь), 20 (II-очередь)
Рондон	Бразилия	FS	2019	10,5 (I-очередь), 21 (II-очередь)
Парагоминас	Бразилия	FS	2019	10
Бель-Эр	Гвинея	FS	2019	4,8 (I-очередь), 10,3 (II-очередь)
Дабола-Туге	Гвинея	FS	2019	4
Мемпавах	Индонезия	FS	2019	3 (I-очередь), 6 (II-очередь)
Телимеле	Гвинея	PFS	2019	3 (I-очередь), 5 (II-очередь). 10 (III-очередь)
Боффа-СРІ	Гвинея	PFS	2020	12
Маму	Гвинея	PEA	2020	5
Полигенный				
Боксит-Хиллс	Австралия	FS	2018	2 (I-очередь), 6 (II-очередь)
Уркхарт	Австралия	PFS	2018	1,5
Бонасика	Гайана	FS	2018	0,208
Уэйпа (Амрун)	Австралия	FS	2019	8 (I-очередь), 23 (II-очередь)
Таралга	Австралия	PFS	2019	2,5

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче бокситов, млн т/год
Осадочный в карбонатных толщах				
Вагена	Соломоновы острова	FS	2019	1,2 (I-очередь), 2 (II-очередь)

*PEA — preliminary economic assessment, PFS — pre-feasibility study, FS — feasibility study.

Ресурсами бокситов располагает 51 страна мира (табл. 4.2). По нашей оценке, мировые ресурсы бокситов на начало 2016 г. составляли 68,5 млрд т. Промышленные запасы на месторождениях бокситов многих стран не подсчитываются, а на некоторых ведется лишь оперативный подсчет для целей текущей добычи.

Таблица 4.2 Ресурсы и запасы бокситов в мире, млн т

Страна	Категория	Значение
Россия*	Запасы категорий A+B+C ₁	1124,8 ^r
	Запасы категории C ₂	282,4 ^r
	Запасы забалансовые	520,6 ^r
Австралия	JORC Reserves	2300
	Accessible Economic Demonstrated Resources	6021
	Economic Demonstrated Resources	6021
	Inferred Resources	1954
	Subeconomic Resources	1573
Албания	Resources	7
Афганистан	Measured Resources	3
	Speculative Resources	39,5
Босния и Герцеговина	Reserves	6
	Resources	47,5
Бразилия	Reserves	484,5 ^r
	Resources	5032,7 ^r

Добычные возможности недр

Страна	Категория	Значение
Буркина-Фасо	Resources	12,7
Венгрия	Reserves	79,7
	Resources	123,9
Венесуэла	Proved + Probable Reserves	138^r
	Resources	1113 ^r
Вьетнам	Reserves	572^r
	Resources	5922,4
Гаити	Reserves	2,50
	Resources	19
Гайана	Proved + Probable Reserves	105,5
	Measured + Indicated + Inferred Resources	759,8
Гана	Reserves	7,6^r
	Resources	812 ^r
Гвинея	Proved + Probable Reserves	371^r
	Resources	20658,3 ^r
Гвинея-Бисау	Resources	113
Греция	Reserves	69,6^r
	Resources	100
Демократическая Республика Конго	Reserves	132
	Resources	1000
Доминиканская Республика	Reserves	1,5
	Resources	24,8
Индия	Proved + Probable Reserves	830,2
	Measured + Indicated + Inferred Resources	3739
Индонезия	Proved + Probable Reserves	111,4
	Resources**	3790
Иран	Proved Reserves	7
	Resources	30

Страна	Категория	Значение
Казахстан	Proved + Probable Reserves	136,8
	Запасы категорий A+B+C₁+C₂	345,4
Камерун	Measured + Indicated + Inferred Resources	597,2 ^r
Китай	Ensured Reserves	942,5
	Resources	4710
Колумбия	Resources	360
Коста-Рика	Resources	150
Кот-д'Ивуар	Resources	1043
Лаос	Resources	961 ^r
Мадагаскар	Resources	165,1 ^r
Малави	Probable Reserves	25,6
	Resources	85,6
Малайзия	Reserves	80,2^r
	Resources	176,9 ^r
Мали	Resources	1639 ^r
Мозамбик	Reserves	1,9
Пакистан	Resources	107,5
Панама	Resources	70
Саудовская Аравия	Proved + Probable Reserves	230,3
	Measured + Indicated + Inferred Resources	290,9
Суринам	Proved + Probable Reserves	2,2
	Measured + Indicated + Inferred Resources	381,8 ^r
США	Reserves	20
Сьерра-Леоне	Measured + Indicated + Inferred Resources	114,7 ^r
Танзания	Resources	27 ^r
Того	Resources	1

Страна	Категория	Значение
Турция	Reserves	39,6 ^r
	Resources	245,2 ^r
Украина	Запасы категорий A+B+C ₁	6,4
	Запасы категории C ₂	12,5
Фиджи	Resources	221,8 ^r
Филиппины	Resources	117,6
Чад	Resources	22 ^r
Черногория	Reserves	16,7
	Resources	135,2
Ямайка	Measured + Indicated + Inferred Resources	356,8 ^r
	Resources	1600
Весь мир	Reserves	7215
	Resources	68523

По данным: [1; 2; 4; 14; 21; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 45; 46; 48; 49; 51; 52; 53; 55; 57; 58; 59; 60]

* — по данным официальных источников

^r — сумма по известным месторождениям

Добыча бокситов велась в 2015 г. в 28 странах, при этом около двух третей ее обеспечили всего три из них: Австралия, на территории которой добывается около трети суммарного объема алюминиевого сырья, Китай (17%) и Бразилия (16%) (табл. 4.3, рис. 4.3).

Таблица 4.3 Динамика мировой добычи бокситов в 2011–2015 гг., тыс. т

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Австралия	69977	76282	81119	78633	80910
Китай	37173,8	44052,3	50400	59212,4	65000
Бразилия	33624,6	34987,8	33896,1	36308	37057
Индия	12992	15320	20421	20688	26383
Малайзия	188,1	121,9	219,9	962,8	22867,2

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Гвинея	17695,4	19974,4	18763	19178	20414
Ямайка	10188,9	9339,3	9435,2	9676,7	9628,8
Россия	6116	5426	6260	6579	6850,3
Казахстан	5495,3	5170,3	5192,8	4514,6	4682,6
Греция	2324	1815,3	1844	1876	2100
Саудовская Аравия	206	760,1	1044,4	1964,5	1964,4
Суринам	3236,1	2873,3	2705,7	2707,7	1817,4
Венесуэла	2454,8	2285,3	2341	2315,8	1770,1
Гайана	1818,4	2214	1713,2	1563,6	1493,7
Доминиканская Республика	0	10,5	769,5	1446,8	1489,7
Сьерра-Леоне	1321	776	616	1161	1234,1
Вьетнам	99,7	600	482	1090	1200
Иран	847	898,4	899,3	900	1200
Турция	1024,9	1521,2	795,6	1091,4	1000,4
Гана	408	752,8	827	940	921,3
Босния и Герц.	707,712	800,3	657,12	605,2	748,7
Индонезия	40643,9	31443,3	57023,8	2556,4	488,5
Фиджи	50	349,6	564,8	489,5	172,3
США	63,1	128,2	128	128	128
Франция	80,8	90,1	100	71,1	71,1
Танзания	29,5	43,2	40	25,6	49,9
Черногория	158,6	0	61,15	68,4	36
Пакистан	9	28,77	25,29	25	25
Венгрия	277,8	255,1	93,7	14,4	13,9
Мозамбик	10,4	4,4	5,7	2,9	5
Итого	249211	258319	298439	256793	291717

По данным: [20; 31; 62]

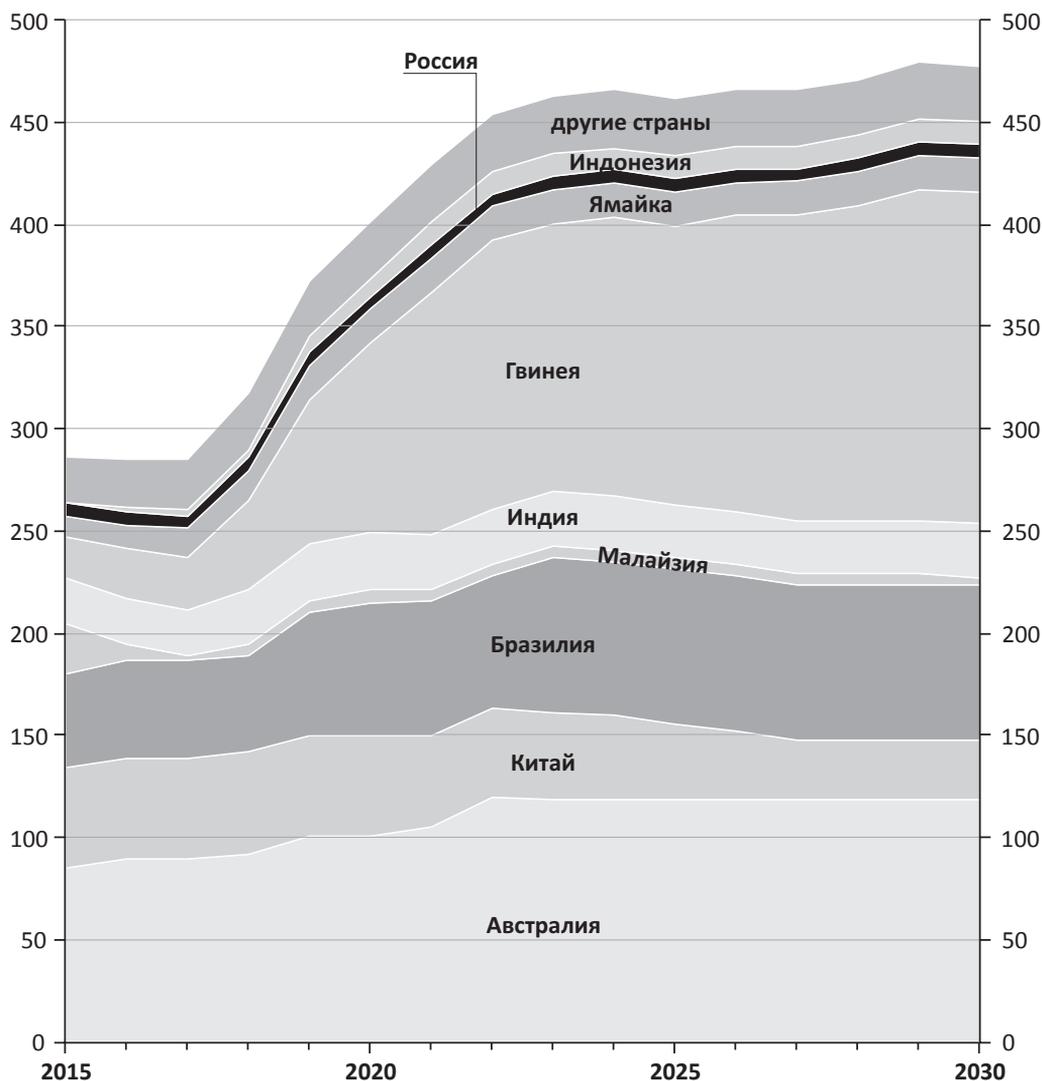


Рис. 4.3. Прогноз добычи бокситов на основе ресурсов ведущих стран-производителей в 2015–2030 гг., млн т

Динамика добычи бокситов в течение ближайших полутора десятилетий, как ожидается, будет различной в разных странах.

В Австралии прогнозируется заметный рост, главным образом, за счет увеличения мощностей рудников на месторождениях группы Уэйпа; к 2022 г. объем добываемых бокситов может увеличиться на 35 млн т или на 14% по сравнению с 2015 г. В 2023 г. из-за прекращения эксплуатации месторождения

Уркхарт она, вероятно, несколько снизится и в дальнейшем стабилизируется на этом уровне. Сырьевая база бокситов страны достаточна для существенного наращивания производства.

В Китае, напротив, прогнозируется постепенный спад производства из-за истощения ряда крупных эксплуатируемых месторождений (Надоу, Саньхэ и др.). Сведениями о проектах, которые могли бы компенсировать выбывающие мощности, мы не располагаем, известно, однако, что в стране усиленно ведутся геологоразведочные работы на бокситы, правда, в основном глубокого залегания. Если новые объекты не будут введены в строй, добыча бокситов в Китае к 2030 г. может упасть почти вдвое относительно текущего уровня, но, скорее всего, спад производства окажется менее значительным.

Наращивание мощностей рудников группы Парагоминас и освоение месторождений группы Рондон в Бразилии позволит в 2019 г. существенно нарастить добычу бокситов в стране. К 2030 г. производство может вырасти в полтора раза, с 46 млн т до 76 млн т, хотя доля Бразилии в мировой добыче сохранится на прежнем уровне.

Среди продуцентов «второго эшелона» крайне агрессивную политику ведет Гвинея, где правительство развивает стратегию наращивания добычи и экспорта бокситов. Освоение ресурсов многочисленных крупных «бовальных» месторождений (Кумбиа, Лабе, Боффа-СРІ, Боффа-Санту-Уда, Бель-Эр, Диан-Диан и других) и расширение мощности рудников Катугума и Сангареди позволит ей, как ожидается, увеличить свои производственные показатели более чем в восемь раз, с текущих 20 млн т до 162 млн т в 2030 г. В этом случае страна займет лидирующее положение среди продуцентов алюминиевого сырья и будет обеспечивать треть его мирового производства.

Таким образом, тройка лидеров к 2030 г. будет состоять из Гвинеи, Австралии и Бразилии, на их долю будет приходиться 75% суммарной добычи.

Среди более мелких продуцентов значительно вырастет добыча бокситов в Индонезии (с 2,55 млн т до 11 млн т), Ямайке (с 10,6 млн т до 16,7 млн т), Индии (с 22,2 млн т до 26,2 млн т), Саудовской Аравии (с 1,6 млн т до 3,6 млн т). Новыми бокситодобывающими странами станут Лаос и Соломоновы острова. В то же время прекратится добыча в Доминиканской Республике и Суринаме.

В России ресурсы и запасы бокситов месторождений Северо-Уральского бокситоносного района достаточны для поддержания на них добычи на текущем уровне до 2030 г. и далее, но всё возрастающая глубина отработки, которая в настоящее время превышает 1 км, будет ограничивать срок их эксплуатации. Перспективны месторождения Ворыквинской группы Средне-Тиманского бокситоносного района в Республике Коми — разрабатываемое

Вежаю-Ворыквинское и подготавливаемые к эксплуатации Верхне-Щугорское и Восточное. Их запасы достаточны для расширения производительности Средне-Тиманского рудника, однако это потребует значительных инвестиций в модернизацию инфраструктуры, что на современном этапе развития российской алюминиевой промышленности едва ли оправдано.

Таким образом, с учетом планов по увеличению добывающих мощностей на разрабатываемых месторождениях и вводу в эксплуатацию новых объектов, мировая добыча бокситов с 2017 г. по 2023 г. будет непрерывно расти в среднем на 7% в год, затем — на 0,5%. В целом за рассматриваемый период мировая добыча бокситов может вырасти в 1,7 раза и достигнуть 480 млн т. На вновь введенных в эксплуатацию после 2015 г. месторождениях, при условии успешной реализации всех имеющихся проектов, будет добываться почти 150 млн т, то есть 31% всех извлеченных из недр бокситов.

Прогноз добычи бокситов горными компаниями до 2030 г.

В мире действует около 100 бокситодобывающих компаний, но около 30% мировой добычи обеспечили в 2015 г. всего две компании (рис. 4.4): австралийская *Alcoa World Alumina and Chemicals (AWAC)* и транснациональная корпорация *Rio Tinto plc*. Значимую роль в производстве играют также британская *South32 Ltd*, китайская *Aluminum Corporation of China Ltd*, норвежская *Norsk Hydro* и российская «Объединенная компания РУСАЛ» («РУСАЛ»).

Компания *Alcoa World Alumina and Chemicals*, 60% которой принадлежит *Alcoa Corporation*, 40% — *Alumina Limited*, обеспечила в 2015 г. 16% мировой добычи. Компания добывает бокситы в Австралии, Бразилии, Суринаме, Гвинее и Саудовской Аравии [16]. В Австралии в бокситоносном районе Дарлинг-Рейндж в штате Западная Австралия действует рудник, разрабатывающий два месторождения полигенных бокситов, гигантское Хантли и крупное по масштабу Уиллоудейл. В 2015 г. на нем выпущено 31,7 млн т сырья. Рудник обеспечен ресурсами бокситов до 2045 г. [15].

В Бразилии компания разрабатывает месторождения латеритных бокситов Журути в штате Пара, где в 2015 г. добыто 6,5 млн т бокситов, и Посус-ди-Калдас (*Pocos de Caldas*) в штате Минас-Жерайс (0,5 млн т). Компания также имеет долю (9,6%) в предприятии, обрабатывающем месторождения гигантской группы латеритных бокситов Порту-Тромбетас в штате Пара. Крупные бразильские рудники компании обеспечены ресурсами бокситов на длительные сроки — Журути до 2100 г., Порту-Тромбетас до 2046 г.; мелкий рудник Посус-ди-Калдас — только до 2020 г.

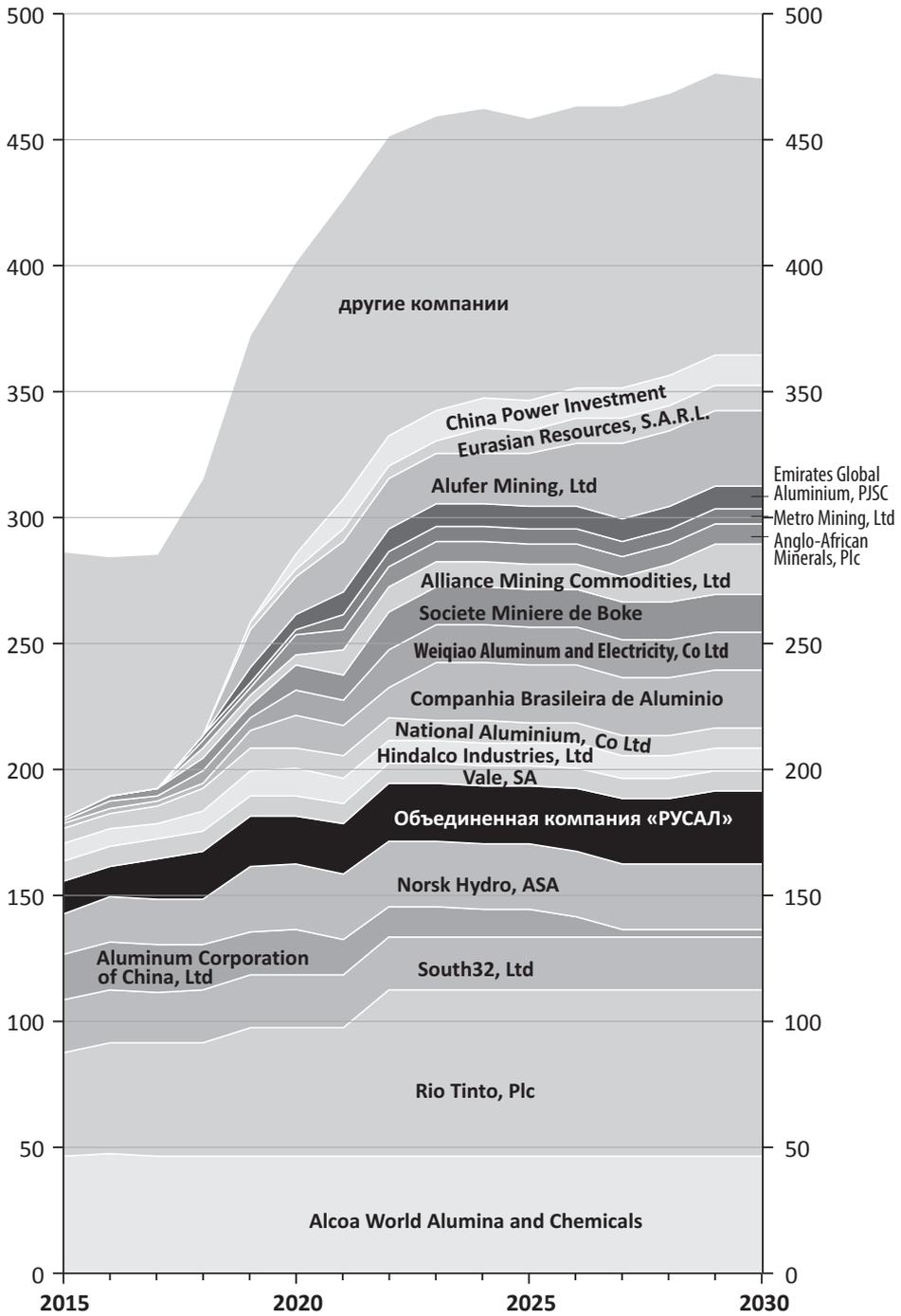


Рис. 4.4. Прогноз добычи бокситов на основе ресурсов, находящихся в распоряжении добывающих компаний, в 2015-2030 гг., млн т

В Гвинее *AWAC* владеет 23% рудника Боке, обрабатывающего гигантское месторождение латеритных бокситов Сангареди; рудник является крупнейшим в мире предприятием-экспортёром бокситов и обеспечен их ресурсами до 2038 г. В 2015 г. на нем произведено 14,6 млн т обогащенных бокситов. К 2018 г. планируется увеличить мощность рудника Боке с нынешних 15 млн т до 18 млн т в год [5], в дальнейшем — до 23,5 млн т/год.

В Саудовской Аравии компании принадлежит 25,1% рудника, разрабатывающего месторождение полигенных бокситов Аз-Забира (*Az Zabirah*) годовой производительностью 4 млн т бокситов. Он был открыт в 2014 г., а в 2015 г. здесь было выпущено 1,6 млн т; ресурсы бокситов достаточны для их эксплуатации вплоть до 2037 г. [15].

На мелких месторождениях полигенных бокситов группы Онвердаخت (*Onverdacht*) в Суринаме в 2015 г. *AWAC* добыто 1,6 млн т бокситов.

Транснациональная корпорация *Rio Tinto plc* обеспечила в 2015 г. 14% мировой добычи бокситов. Крупнейшим ее активом являются месторождения полигенных бокситов Ист-Уэйпа и Андум гигантской группы Уэйпа в Австралии, где в 2015 г. произведено 27,7 млн т обогащенных бокситов [50]. Компания намерена существенно расширить свои мощности и подготавливает к эксплуатации новые залежи (проект Амрун). Новое предприятие годовой мощностью 23 млн т/год заменит рудник на месторождении Ист-Уэйпа, запасы которого истощаются. Реализация этого проекта, как ожидается, позволит *Rio Tinto* занять лидирующую позицию среди продуцентов бокситов в мире. В Северной территории *Rio Tinto* ведёт добычу бокситов месторождения Гов, где в 2015 г. добыто 7,5 млн т руды.

В Бразилии *Rio Tinto* принадлежит 12% бокситового рудника Порту-Тромбетас, в Гвинее — 23% рудника Боке.

Компания *South32*, в 2015 г. выделившаяся из *BHP Billiton plc*, ведет добычу бокситов в Австралии и Бразилии. В Австралии компания разрабатывает гигантское месторождение полигенных бокситов Маунт-Саддлбак в бокситоносном районе Дарлинг-Рейндж. В 2015 г. на руднике добыто 17,8 млн т бокситов [54]. Обеспеченность его ресурсами при текущей добыче — более 50 лет. В Бразилии *South32* участвует в разработке месторождения Порту-Тромбетас с долей 14,8%.

Китайская государственная компания *Aluminum Corporation of China Ltd (Chalco)* разрабатывает мелкие и средние месторождения осадочных бокситов в Китае в провинциях Шаньси, Хэнань, Гуйчжоу и Гуанси-Чжуанском автономном районе. Компания владеет 20 рудниками с запасами (*proved+probable reserves*) бокситов в количестве 270,6 млн т [19]. Бокситы ее месторождений — низкого качества, в основном диаспоровые, трудно

вскрываемые. Только три рудника осуществляют карьерную добычу, еще три — подземные, остальные ведут отработку комбинированным способом. В 2015 г. компанией добыто 18,2 млн т бокситов. Обеспеченность рудников компании запасами бокситов не превышает 15 лет.

Chalco также владеет тремя месторождениями латеритных бокситов в Индонезии, два из них до запрета экспорта бокситов из страны разрабатывались, одно разведывается. Компания, кроме того, завершила разведку месторождений латеритных бокситов в провинциях Аттапы и Секонг в Лаосе [19].

Норвежская компания *Norsk Hydro ASA* разрабатывает крупное месторождение латеритных бокситов Милтония-3 (Miltonia-3) из гигантской группы Парагоминас в штате Пара в Бразилии. В 2015 г. на нем добыто 15,4 млн т руды и выпущено 10 млн т обогащенных бокситов; обеспеченность ресурсами составляет 41 год [30]. *Norsk Hydro* планирует увеличить его производительность. Компании также принадлежит 5% рудника Порту-Тромбетас.

«Объединенная компания РУСАЛ», на долю которой в 2015 г. пришлось 4% мирового производства, добывает бокситы в России, Гвинее, Гайане и Ямайке. В России компания разрабатывает подземным способом месторождения Северо-Уральского бокситоносного района Красная Шапочка, Кальинское, Новокальинское, Черемуховское и открытым способом — Вежаю-Ворыквинское месторождение полигенных бокситов Ворыквинской группы в Среднетиманском бокситоносном районе. В 2015 г. на них было добыто 5,2 млн т бокситов [56].

На Вежаю-Ворыквинском месторождении подготавливаются к эксплуатации новые рудные тела Центральной залежи, а также Верхне-Ворыквинская и Западная залежи, но производительность рудника планируется сохранять на уровне 3,5 млн т/год бокситов. В этом случае запасов месторождения хватит на 16 лет. В дальнейшем планируется разработка ещё двух месторождений Ворыквинской группы — Верхне-Щугорского и Восточного.

В Гвинее «РУСАЛ» разрабатывает месторождения бокситовой зоны Киндия, включающей месторождения Дебеле (Debele), Баландугу (Balandougou), Балайя (Balya), Кобелета (Kobeleta); в 2015 г. на них добыто 3,5 млн т бокситов [56]. Компания планирует увеличить производительность рудника до 3,8 млн т/год. Еще одно предприятие эксплуатировало месторождения группы Фриа: Кимбо (Kimbo), Фриа, Кондокуре-Норд (Kondokoure-Nord), Кондокуре-Уэст (Kondokoure-Ouest), но в 2013 г. рудник закрыт в связи с неблагоприятной ситуацией на рынке алюминия. «РУСАЛ» готовит разработку бокситовых месторождений гигантской группы Диан-Диан с начальной годовой производительностью 3 млн т и дальнейшим поэтапным увеличением до 9 млн т, а затем до 12 млн т. В 2015 г. началось строительство рудника; ввод в эксплуатацию планировался в конце 2017 г. [3].

В Гайане компания эксплуатирует месторождения полигенных бокситов группы Ароайма-Куакуани (Aroaima-Kwakwani), на которых в 2015 г. добыто 1,3 млн т бокситов, на Ямайке — среднее по масштабу месторождение Швалленбург (Shwallenburg), добыча на котором в 2015 г. составила 1,96 млн т бокситов. Еще два месторождения на Ямайке — Керквайн (Kirkvine) и Манчестер-Плато (Manchester Plateau) — законсервированы [56]. «РУСАЛ» планирует возобновление и наращивание добычи на месторождениях Ямайки.

Крупные месторождения эксплуатируют также бразильская компания *Vale SA*, которой принадлежит 40% бразильского рудника Порту-Тромбетас, индийские *National Aluminium Co Ltd*, разрабатывающая месторождение Панчпатмали в штате Одиша [18; 44], и *Hindalco Industries Ltd*, важнейшим активом которой является месторождение Бапхлимали в штате Одиша.

Компании, не входящие в число лидеров, реализуют не менее двух десятков проектов освоения месторождений бокситов, многие из них крупные; мощность некоторых проектируемых предприятий достигает 20 млн т руды в год. В случае их завершения компании-владельцы смогут занять заметные позиции среди продуцентов бокситов. Очень крупный проект осуществляет бразильская *Companhia Brasileira de Alumínio (CBA)* на месторождении латеритных бокситов Рондон в Бразилии; мощность первой очереди рудника составит 10,5 млн т в год, в дальнейшем проектируется расширение его до 21 млн т. Китайская *Weiqiao Aluminum and Electricity* и гвинейская *Societe Miniere de Boko* значительно увеличат добычу на гвинейском месторождении Катугума. Крупными продуцентами могут стать британские компании *Alufer Mining Ltd* и *Alliance Mining Commodities Ltd*, китайская *China Power Investment*, гвинейская *Eurasian Resources S.A.R.L.* и *Emirates Global Aluminium PJSC* (ОАЭ), ведущие освоение гвинейских месторождений.

Результатом реализации этих проектов может явиться появление новых заметных продуцентов бокситов и сокращение доли компаний-лидеров с нынешних 30% до менее 20%.

Некоторые из проектов уже завершены. Так, в 2015 г. гвинейско-китайским консорциумом *Société Minière de Boké-Winning Africa Port (SMB-WAP)* введен в эксплуатацию рудник на крупном месторождении Катугума в Гвинее; производительность рудника в 2016 г. достигла 5 млн т/год; планировалось удвоить её к 2018 г., затем увеличить до 20 млн т/год к 2020 г. и до 30 млн т/год к 2030 г. [47].

В 2013 г. компания *Hindalco Industries Ltd* на месторождении Бапхлимали в Индии ввела в строй предприятие годовой производительностью по добыче 4,2 млн т руды с планируемым увеличением ее до 8,5 млн т в год. Во Вьетнаме в том же году государственная компания *Vietnam National Coal and Minerals*

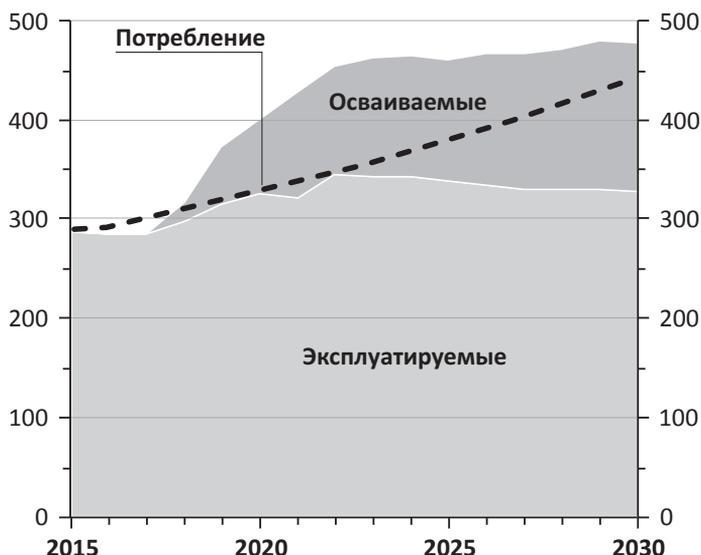


Рис. 4.5. Прогноз потребления бокситов и их добычи на основе ресурсов эксплуатируемых и осваиваемых месторождений в 2015–2030 гг., млн т

Industries Group начала эксплуатацию рудника годовой производительностью 1,2 млн т на месторождении Танрай (Tan Rai), а в 2014 г. — рудника мощностью 2 млн т на месторождении Нянко (Nhan Co). В конце 2014 г. компания *Australian Bauxite Ltd* приступила к добыче на мелком месторождении Болд-Хилл (Bald Hill) на о. Тасмания; в 2015 г. добыто 215 тыс. т бокситов и произведено 165 тыс. т обогащенных бокситов, но в начале 2016 г. рудник был остановлен, так как компании не удалось продать выпущенную руду из-за переизбытка бокситов на мировом рынке [22].

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ БОКСИТОВ НА ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ И ОСВАИВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ДО 2030 г.

Эксплуатируемые в настоящее время месторождения бокситов, несмотря на истощение сырьевой базы некоторых из них, могут обеспечить в период до 2022 г. наращивание добычи более чем на четверть по сравнению с 2015 г. Это произойдет, прежде всего, благодаря планомерному росту производительных мощностей рудников, эксплуатирующих месторождения группы Уэйпа в Австралии, Катугума и Сангареди в Гвинее, а также некоторых более мелких предприятий. В дальнейшем ожидается некоторый спад произ-

водства, тем не менее, к 2030 г. на действующих объектах будет добываться почти 330 млн т бокситов ежегодно против 292 млн т в 2015 г. (рис. 4.5), что позволит обеспечивать немногим менее 70% совокупной добычи в мире.

На месторождениях, ввод в эксплуатацию которых планировался после 2015 г., в 2030 г., может быть извлечено из недр еще примерно 150 млн т сырья; их доля, как ожидается, превысит 30% суммарной добычи.

Рынок алюминия в 2012–2016 гг. находился в стадии затяжного волнообразного падения цен (рис. 4.6), обусловленного перепроизводством металла в период благоприятной конъюнктуры 2010–2011 гг. и падением спроса в связи с замедлением мировой экономики. Среднегодовые цены на алюминий на Лондонской бирже металлов в 2016 г. снизились на треть по сравнению с 2011 г. Тем не менее, проекты расширения мощностей действующих бокситовых рудников, как и освоения новых месторождений, возникшие в мире в период высоких цен, продолжают реализовываться.

Причина этого заключена в особенностях сырьевой базы бокситов Китая, являющегося основным продуцентом и потребителем алюминия в мире. Производство металла в стране в течение многих лет активно росло, однако в последние годы темпы роста снизились. В 2016 г. Китай увеличил производство алюминия лишь на 0,4% по сравнению с 2015 г. — до 31,6 млн т, что составило 54% мирового производства, а производство глинозема выросло на 3,1%, то есть до 60,8 млн т (53% мирового) [61]. При этом добыча бокситов в Китае в 2016 г. достигла 90 млн т и продолжает расти [23]. Однако только около двух третей выпускаемого в Китае глинозема производится из отечественных бокситов, которые, как правило, имеют низкое качество; при этом обеспеченность ресурсами бокситов составляет всего 15–20 лет. В связи с этим в стране ведутся масштабные геологоразведочные работы на бокситы. Из-за истощения запасов эксплуатируемых месторождений, залегающих вблизи поверхности, активизировалось освоение бокситов глубокого залегания под угольными пластами [7; 8].

Более трети бокситов, необходимых для глиноземной промышленности, Китай импортирует. До 2014 г. крупнейшим поставщиком бокситов была Индонезия, после введенного правительством страны запрета на экспорт переработанной руды первенство по поставкам бокситов перешло к Малайзии, которая в 2015 г. экспортировала в Китай 24 млн т бокситов; однако с начала 2016 г. правительство Малайзии ввело мораторий на экспорт бокситов из-за возникших экологических проблем [11], который был продлен до конца года 2017 г. [10; 12].

В связи с резким сокращением поставок малайзийских бокситов главными поставщиками этого сырья в Китай в 2016 г. стали Австралия (21 млн т) и Гвинея (12 млн т), причем последняя резко нарастила экспорт. Это стало

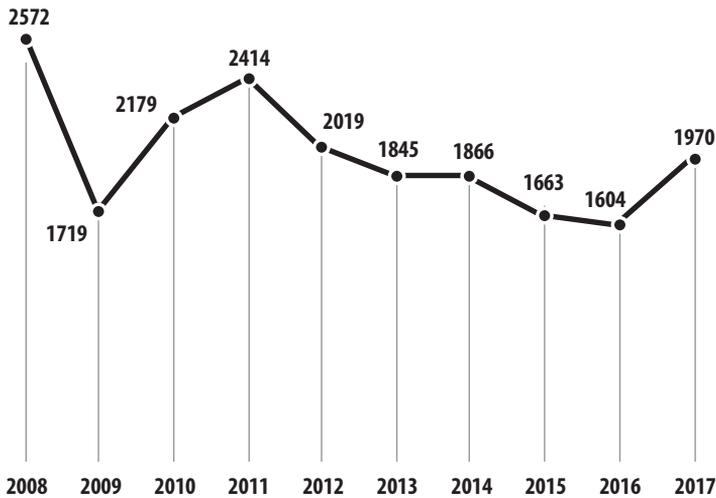


Рис. 4.6. Динамика среднегодовых цен на алюминий высокосортный, 99,7% Al, наличный товар, в 2008–2017 гг. на Лондонской бирже металлов, долл./т

возможным благодаря вводу в эксплуатацию месторождения Катугума гвинейско-китайским консорциумом *SMB-WAP* [9; 23]. Инвестирование средств в разработку бокситов за рубежом, главным образом в Гвинее, а также в Индонезии, стало еще одним направлением стратегии в обеспечении сырьем алюминиевой промышленности Китая.

Несмотря на планируемое в Китае в 2017 г. сокращение мощностей по производству алюминия и глинозема в четырех провинциях [17], участники рынка не уверены в его выполнении, а также в том, что другие провинции не восполнят выбывающее производство. Более того, известно, что к концу 2016 г. в стране была возобновлена эксплуатация ранее остановленных предприятий по производству глинозема суммарной мощностью 10 млн т/год и введены в строй новые рудники общей мощностью 4,5 млн т/год; совокупная производительность предприятий, планировавшихся к вводу в 2017 г., могла достичь 7 млн т [23]. Поэтому аналитики прогнозировали рост китайского производства как алюминия, так и глинозема в 2017 г. и позднее. По данным китайского информационно-аналитического агентства *Antaike*, производство глинозема в Китае могло вырасти в 2018 г. на 19% относительно 2016 г., до 72,5 млн т [6].

Эти прогнозы позволяют предположить, что основная часть заявленных компаниями проектов освоения бокситовых месторождений будет завершена, а добыча бокситов в мире будет расти, тем более, что ситуация на мировом рынке алюминия становится более благоприятной благодаря росту спроса

на металл. По данным World Bureau of Metal Statistics, к концу 2016 г. на рынке алюминия возник дефицит металла в объеме 1,12 млн т [13]. Спрос на алюминий в мире вырос за год на 5,5%, в Китае — на 7,6%. В результате уже в 2016 г. цена алюминия начала расти и достигла в декабре 1730 долл./т. Хотя среднегодовая цена 2016 г. оказалась ниже, чем в предыдущем году (рис. 4.6), в дальнейшем её рост продолжился. В октябре 2017 г. она оказалась выше 2100 долл./т, в январе 2018 г. превысила 2200 долл./т. Среднегодовой показатель 2017 г. составил 1970 долл. за тонну, увеличившись против предыдущего года почти на четверть. Позднее наметилась тенденция некоторого снижения цены металла (до 2000 долл./т в начале апреля), однако санкции, наложенные правительством США на компанию «РУСАЛ», способствовали новому взлету цен: 18 апреля 2018 г. цена алюминия на Лондонской бирже металлов достигла почти 2460 долл./т.

Таким образом, основу мировой бокситодобывающей промышленности составляют крупные латеритные и полигенные месторождения в странах, расположенных в экваториальном и субэкваториальных поясах Земли: Австралии, Индонезии, Индии, Гвинее, Бразилии. Ресурсы бокситов в этих странах достаточно велики, чтобы обеспечить их добычу для нужд мировой алюминиевой промышленности до 2030 г., а с учетом вовлечения в добычу бокситовых месторождений других стран Африки и Азии — на несколько столетий.

Возможности увеличения российской сырьевой базы высококачественных бокситов практически отсутствуют, однако освоение имеющихся объектов ведется планомерно, что позволит поддерживать достигнутый уровень производства в стране в течение длительного времени. В более отдаленном будущем развитие технологий переработки, вероятно, даст возможность вовлекать в освоение отечественные месторождения низкокачественных руд — бокситов с низким кремневым модулем, нефелиновых руд, каолиновых глин и других высокоглиноземистых пород; ресурсы такого сырья в России огромны.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ассоциация горнодобывающих и горно-металлургических предприятий. Развитие отрасли. О ГКМ Казахстана. 2013
2. Мінеральні ресурси України на 01.01.2009 р. 2009
3. Русал. Пресс-релизы. РУСАЛ и Гвинейская Республика согласовали условия развития сотрудничества. 28.04.2016
4. Akta. News. Rescue for Aluminium: Austrian investors plan to open new plants. 28.02.2014
5. Al Circle. Bauxite News. Fluor Corp bags \$501 mln bauxite expansion project in Guinea. 02.08.2016
6. AlCircle. Alumina News. China's Bosai Minerals plans 10 bln yuan investment for Liaoning alumina plant. 20.04.2017

7. AlCircle. Bauxite News. Henan announced the discovery of 166.54 million mt of bauxite. 21.03.2013
8. AlCircle. Bauxite News. Henan discovers 47 million tonnes of bauxite reserves. 19.04.2017
9. AlCircle. Bauxite News. Indonesia eases export ban on bauxite and nickel ore with new policy. 13.01.2017
10. AlCircle. Bauxite News. Kuantan MP raises concern over recent extension of bauxite mining moratorium. 31.03.2017
11. AlCircle. Bauxite News. Malaysia exported 24 million tons of bauxite to China in 2015, up 650% YOY. 29.11.2016
12. AlCircle. Bauxite News. UPDATE: Malaysia extends moratorium on bauxite mining until December 31. 30.06.2017
13. AlCircle. Primary Aluminium News. Global aluminium market in deficit during Jan-Feb 2017: WBMS. 20.04.2017
14. Alcoa. Annual Report 2014. 2015
15. Alcoa. Annual Report 2015. Unlocking Value. 2016, April
16. Alumina Limited. Annual Report 2016. 31.03.2017
17. Aluminium Insider. Features. Why aluminium prices are set to increase in H2 2017. 15.03.2017
18. Aluminium Insider. News. Nalco Wins Mining Lease at Pottangi Bauxite Mines. 13.07.2016
19. Aluminum Corporation of China Limited. Annual Report 2015. Form 20-F. 16.04.2016
20. British Geological Survey. World Mineral Production 2011–2015. 2017
21. Canada-Pakistan Chamber of Commerce. Bringing Mining in Pakistan up to International Standards. Appendix 3 — Provincial mining industry in Pakistan. 2013
22. China Aluminium Network. International News. Tasmanian bauxite mine suspends production after first shipment stalls. 18.01.2016
23. China Finance Information Network. Alumina and Bauxite: China revs up refining. 07.02.2017
24. China Geological Survey. China Mineral Resources 2016. 16.02.2017
25. Dajti Boksit Sh. P. K. Company Profile. 2013.
26. Department of Environment and Natural Resources. Philippines. Compendium of ENR Statistics 2015. Mines and Geosciences. Table 1. Metallic Mineral Resource/Reserve Inventory of the Philippines: 2015. 2016
27. Droit-afrique.com. Guide pour l'investissement minier au Togo. 2003, April.
28. ENRC (Eurasian Natural Resources Corporation). Annual Report & Accounts 2012. 2013
29. Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources Table 1. Preliminary as at December 2015. 2016
30. Hydro. Annual Report 2016. 17.03.2017.
31. Indian Bureau of Mines. Indian Minerals Yearbook 2015. (Part- III: Mineral Reviews). Bauxite. 2016, November
32. ITIE (Initiative pour la Transparence dans les Industries Extractives). ITIE Burkina Faso. Rapport ITIE 2013. 2016, March
33. Ma'aden — Saudi Arabian mining Company. Annual Report 2015. Mining for shareholder value and national development. 2016, March
34. Magyar Banyaszati es Foldtani Hivatal. Mineral Raw Materials Reserves as of 1 January 2015. 2015
35. Metal Bulletin Events. 21th International Bauxite & Alumina Conference. Vietnam:: Initial economic effect of bauxite Projects in Highland. 25.02.2015
36. Metal Bulletin Events. 5-th Asian Bauxite & Alumina Conference. Presentation. Bauxite Exploitation in Dominican Republic. 25.02.2015
37. Metal Bulletin Events. 5-th Asian Bauxite & Alumina Conference. Presentation. Iran's potential in bauxite and alumina markets. 22.10.2015
38. Metallic Mineral Resources of Greece. Central European Journal of Geosciences, #4, 2012. 2012, October

39. Mina Alumina. Reserves. 2011, October
40. Mining Journal Online. Dominican Republic on the mining map. 19.01.2015
41. Ministry of Industry and Trade. Republic of Malawi. Malawi Investment Projects Compendium. 2014. 2014, September
42. Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2015 China Mineral Resources. 2015, October
43. Mintek. Detailed profiles of portfolio of possible SDI's. 2006, March
44. Nalco. 35 th Annual Report 2015–16. 19.04.2017
45. Official Website of The Government of Malawi. Ministry of Natural Resources & Environmental Affairs. Geological Surveys Department. Minerals in Malawi. 2010
46. PT Antam (Persero) Tbk. 2015 Annual Report. 08.03.2016
47. Republic of Guinea. Ministry of Mines and Geology. SMB-WAP. 2016
48. Republique d'Haiti. Bureau des Mines et de l'Énergie. Notice explicative de la carte géologique d'Haïti au 1/250 000ème. 2005, May
49. Republique d'Haiti. Bureau des Mines et de l'Énergie. Publication. Carrière. Numero 3. 1999, May
50. Rio Tinto. Annual report 2015. 2016
51. ScienceDirect. Journal of African Earth Sciences. V.36, Issue 4. Geology and geochemistry of bauxite deposits in Lushoto District, Usambara Mountains, Tanzania. 2003, May
52. SeeNews — Business intelligence for Southeast Europe. Bosnia's Alumina sees bauxite deliveries from two local mines at 100,000 t in 2013. 06.11.2013
53. SODEMI (Society for Mining Development in Ivory Coast). Role de la SODEMI dans le development du secteur minier. Presentation. 08.06.2010
54. South32 Ltd. Annual Report 2015. 2015
55. TMS (The Minerals, Metals & Materials Society). Light Metals. 2005. Prospects of processing Guyana bauxite at sweetening stage. 2005.
56. UC RUSAL. 2015 Annual Report. 06.05.2016
57. USGS Professional Paper. V.1076-B. World Bauxite Resources. 1986
58. USGS. 2014 Minerals Yearbook. Guinea-Bissau [advance release]. 2016, July
59. USGS. Mineral Commodity Summaries 2016. Bauxite and Alumina. 2016, January
60. USGS. Preliminary Non-Fuel Mineral Resource Assessment of Afghanistan 2007. Deposits related to surficial processes and unconformities. 2007
61. World Aluminium. Statistics. Primary Aluminium Production. April 2017. 20.04.2017
62. World Metal Statistics Yearbook 2016. 2016

Cu



МЕДЬ

Для проведения анализа добычных возможностей эксплуатируемых и осваиваемых меднорудных и медьсодержащих месторождений была собрана и обработана информация о 1411 объектах с запасами и ресурсами меди по всему миру, 1183 из которых попали в проанализированную выборку, в том числе 118 осваиваемых. Среди них — все российские месторождения, учитываемые Государственным балансом запасов полезных ископаемых Российской Федерации. Кроме месторождений, в выборку включались их группы в тех случаях, когда они осваиваются и обрабатываются как единые комплексы.

Суммарно на попавших в выборку объектах в 2015 г. добыто 19,9 млн т меди. Учитывая, что объем рудничного производства в 2015 г. по данным International Copper Study Group достиг 19,1 млн т [9], мировая добыча, согласно нашей оценке, могла составить около 23,8 млн т. Таким образом,

эксплуатируемые объекты, вошедшие в анализ, обеспечили почти 85% мировой добычи. Причиной некоторой неполноты данных является отсутствие доступной информации по эксплуатируемым месторождениям Китая, а также разрабатываемым китайскими компаниями в других странах. В связи с этим при анализе добычных возможностей использовались статистические данные о запасах и добыче меди в Китае в целом, публикуемые его официальными органами [17;18] и экспертные оценки.

Главным источником меди являются собственно меднорудные объекты, второстепенным — комплексные месторождения, из руд которых медь извлекается в качестве попутного компонента.

Основой медной промышленности мира являются объекты следующих геолого-промышленных типов:

- порфировый (включая медно-порфировый, молибден-медно-порфировый и золото-медно-порфировый подтипы);
- медный стратиформный (включая месторождения медистых песчаников и медистых сланцев, а также месторождения типа «манто»);
- колчеданный (включая медноколчеданный, колчеданно-полиметаллический и медно-цинковоколчеданный подтипы);
- сульфидный медно-никелевый и близкий к нему малосульфидный платиноидный;
- железоокисно-золото-медный;
- медно-железородный скарновый.

Жильные кварц-сульфидные, карбонатитовые, железорудно-медные ванадий-титансодержащие и техногенные месторождения служат второстепенными источниками меди.

Порфировые месторождения являются главным поставщиком меди и молибдена в мире, а также важным источником золота, серебра, платиноидов и ряда других металлов. Они заключают более 70% мировых ресурсов меди и в настоящее время обеспечивают 65% добычи.

Месторождения порфирового типа приурочены к вулcano-плутоническим поясам, крупнейшими из которых являются Восточно-Тихоокеанский, Западно-Тихоокеанский и Тетис-Евроазиатский. Оруденение связано с порфировыми интрузивами преимущественного среднего состава (гранодиорит-порфирами, кварцевыми монзонит-порфирами), реже более кислыми (гранит-порфирами и кварцевыми порфирами) или более основными (диоритовыми порфиритами) и приурочено к зонам их эндо- и экзоконтактов. Минерализация

носит штокверковый прожилково-вкрапленный характер. Для объектов медно-порфиrowого типа характерны обширные зоны проявления гидротермально-го метасоматоза; измененные породы представлены серицит-кварцевыми, биотит-калишпатовыми, аргиллизитовыми, алунировыми и пропилитовыми метасоматитами. Гидротермально измененные породы имеют четко выраженную зональность.

Рудные тела представлены штокверками изометричной или овальной в плане формы, приуроченными к апикальным частям порфиrowых интрузивов, в которых развиты кварц-сульфидные прожилки мощностью от 1–2 мм до 2–3 см, а также вкрапленность сульфидов. Размеры штокверков могут составлять от сотен метров до нескольких километров в поперечнике, а глубина оруденения достигает 2–3 км. Главные рудные минералы: халькопирит, пирит, молибденит, на ряде месторождений присутствуют магнетит, борнит, а также энаргит и халькозин; сопутствующие им нерудные минералы — кварц, серицит, калишпат, биотит и др. По составу руд и соотношению меди, молибдена и золота выделяются собственно медно-порфиrowые месторождения, золото-медно-порфиrowые, молибден-медно-порфиrowые и собственно молибден-порфиrowые. Все они характеризуются относительно низким средним содержанием меди в рудах — 0,3–0,8%; в окисленных рудах зон вторичного сульфидного обогащения содержание меди увеличивается до 1–1,5%.

Медно-порфиrowые объекты, как правило, вмещают значительные ресурсы руды; в среднем они исчисляются сотнями миллионов тонн, но могут достигать и миллиардов тонн руды. Из 20 гигантских по количеству ресурсов меди месторождений мира 15 относится к порфиrowому типу. Среди них — собственно медно-порфиrowые Эскондида (Escondida), Радомиро-Томик (Radomiro Tomic), Лос-Бронсес (Los Bronses) в Чили, Буэнависта (Buena Vista) в Мексике. Крупными запасами характеризуются месторождения Габи (Gabi) и Ломас-Байас (Lomas Bayas) в Чили, Толедо (Toledo) в Филиппинах, Акира (Aquirra) и Каньяриако-Норте (Canariaco Norte) в Перу, Актогай и Бошекульское в Казахстане.

Наиболее яркими представителями месторождений молибден-медно-порфиrowого типа являются гигантские по ресурсам меди Андина (Andina), Кольяуаси (Collahuasi), Лос-Пеламбрес (Los Pelambres), Чукикамата (Chuquicamata) и Эль-Теньенте (El Teniente) в Чили, Куахоне (Cuajone) и Токепала (Toquepala) в Перу, Ла-Каридад (La Caridad) в Мексике.

Среди гигантских месторождений золото-медно-порфиrowого типа — разрабатываемые Грасберг (Grasberg) в Индонезии и Ую-Толгой (Oyu Tolgoi) в Монголии, а также осваиваемые Пebbл (Pebble) в США и Тампакан (Tampakan) в Филиппинах.

Большая часть порфириновых месторождений пригодна для отработки открытым способом. Это, наряду со значительной сырьевой базой обеспечивает возможность ведения крупномасштабной добычи руд при низкой себестоимости. Тем не менее, эксплуатируются и средние по масштабу (Бенкалинское в Казахстане, Констансия (Constancia) и Тиа-Мария (Tia Maria) в Перу), а также мелкие месторождения, такие как Контакт (Contact) в США с ресурсами (measure+indicated+inferred resources), оцениваемыми всего в 452 тыс. т меди.

Стратиформные месторождения медистых песчаников и сланцев, а также месторождения типа «манто» заключают около 11% мировых ресурсов меди, обеспечивая 14% ее добычи. Они локализованы в терригенных грубо-обломочных осадочных отложениях, чаще всего пестроцветных песчаниках. Рудные тела пластовой, линзовидной и лентовидной формы залегают согласно с вмещающими породами и характеризуются значительной протяженностью (до нескольких км) при сравнительно малой мощности (от нескольких десятков см до первых метров). Околорудные изменения на объектах стратиформного типа, как правило, отсутствуют. Промышленная минерализация представлена равномерной вкрапленностью халькозина, халькопирита, борнита и пирита. Содержание меди в стратиформных рудах варьирует от 0,5% до 6%, в среднем составляя 1,5–3%, кроме того, в рудах в промышленных количествах присутствует серебро, цинк, свинец, платиноиды, рений, селен, теллур, кобальт.

По количеству ресурсов меди месторождения медистых песчаников и сланцев в основном относятся к средним и крупным, но есть и гигантские по масштабу объекты. Самое широкое распространение стратиформные месторождения имеют в пределах Медного пояса Африки на территории Демократической Республики Конго и Замбии; здесь расположены такие гиганты, как Конкола (Konkola) и Тенке-Фунгуруме (Tenke Fungurume), а также ряд крупных объектов. Известны они также в Серебряном поясе Польши: Рудна (Rudna), Польковице-Серошовице (Polkowice-Sieroszowice) и др., в Казахстане (Джезказганское). Одно из крупнейших стратиформных месторождений мира — Удоканское — находится в России.

Месторождения типа «манто» также представлены стратифицированными телами вкрапленных руд, но локализованными в вулканитах, преимущественно базальтах и андезитах. Руды сложены гипогенными борнитом и халькозином, которые сменяются халькопиритом и пиритом во внешних зонах рудных тел. Качество руд месторождений типа «манто» ниже, чем в медистых песчаниках и сланцах, среднее содержание металла составляет 0,2–0,8%. Типичными представителями объектов данного типа являются разрабатываемые месторождения Мантос-Бланкос (Mantos Blancos) и Эль-Сольдадо (El Soldado) в Чили. Роль их в настоящее время невелика.

Колчеданные месторождения с промышленными концентрациями меди связаны, как правило, с вулканогенными и вулканогенно-осадочными комплексами. Они сравнительно широко распространены, но вмещают лишь порядка 4% мировых ресурсов, обеспечивая при этом почти 8% добычи металла. Наибольший интерес для медедобывающей промышленности представляют медно- и медно-цинковоколчеданные разновидности; некоторое количество металла извлекается попутно на колчеданно-полиметаллических объектах. По количеству ресурсов меди колчеданные месторождения чаще относятся к мелким и средним.

Рудные тела в большинстве случаев представлены линзовидными и пластообразными залежами, залегающими согласно с толщами вулканогенно-осадочных, вулканомиктовых и терригенных вмещающих пород. Протяженность рудных тел обычно составляет десятки-первые сотни метров, но может достигать 3–5 км при мощности до 100 м. Околорудные изменения вмещающих пород обычно представлены окварцеванием, серицитизацией, хлоритизацией и пиритизацией. Гидротермально измененные породы чаще всего локализуются в лежачем боку рудных залежей и имеют зональное строение.

Как правило, колчеданные залежи сложены массивными и полосчатыми рудами. В составе руд резко преобладают сульфиды железа — пирит и пирротин; среди главных рудных минералов также присутствуют халькопирит, сфалерит, галенит и блеклые руды. Из нерудных минералов обычны кварц, серицит, хлорит, барит, карбонаты. Содержание меди в рудах обычно составляет около 1,5–2%, цинка — около 2%. В промышленных количествах руды могут содержать золото (0,2–10 г/т), серебро (30–40 г/т), кадмий, селен, теллур, кобальт.

Наибольшим развитием колчеданные месторождения пользуются в России, где на Южном и Среднем Урале разведано множество медных и цинково-медноколчеданных объектов разного масштаба, в том числе одно из крупнейших в мире Гайское месторождение. Медноколчеданные объекты известны также в Канаде — Кидд-Крик (Kidd Creek), Австралии — Маунт-Айза (Mount Isa), Финляндии — Пюхясалми (Pyhasalmi) и других странах.

С месторождениями **сульфидного медно-никелевого** и близкого к нему **малосульфидного платиноидного** геолого-промышленных типов, на которых добывается около 4% красного металла, связано примерно 5% медных ресурсов мира. Большинство промышленно значимых объектов этих геолого-промышленных типов связано с магматизмом рифтовых зон. Сульфидные медно-никелевые руды локализуются в стратифицированных пластообразных базит-ультрабазитовых интрузивах. Рудные тела расположены в их нижних частях и имеют, как правило, крупные размеры: протяженность по прости-

ранию и падению от сотен метров до нескольких километров, мощность до 100 м. Форма рудных тел плитообразная, пластообразная, линзообразная, жилообразная; залегают они чаще всего субгоризонтально, реже наклонно.

Для оруденения характерна ассоциация пирротин-халькопирит-пентландит в комплексе с пороодообразующими минералами основных и ультраосновных пород, вкрапленные и массивные текстуры руд, структуры распада твердых растворов, каплеобразные выделения сульфидов. Содержание меди в медно-никелевых рудах может изменяться от 0,2% до 6% в зависимости от их типа, в среднем составляя 1–1,5%. Помимо меди и никеля, в рудах имеются платиноиды, кобальт, золото, серебро.

Основная часть таких объектов по ресурсам меди относится к мелким, реже к средним и крупным. Исключением являются гигантские по количеству меди Октябрьское и Талнахское месторождения Норильского рудного района в России. Сульфидные медно-никелевые объекты распространены также в ЮАР — Могалаквена (Mogalakwena), Нкомати (Nkomati) и др., Канаде — Уэллгрин (Wellgreen), группы Садбери (Sudbury) и Томпсон (Thompson), Финляндии — Кевитса (Kevitsa), Ваммала (Vammala).

Около 4% ресурсов меди мира заключено в рудах месторождений **железооксидно-золото-медного типа** (Iron-oxide-copper-gold или IOCG deposits), обеспечивающих сопоставимую долю мировой добычи. Объекты этого типа могут возникать в зонах рифтогенеза древних платформ и щитов, особенно в их краевых частях, а также в фанерозойских вулканоплутонических поясах.

Рудные тела линзо- и жилообразной формы выполнены оруденелыми брекчиями, состоящими из обломков гидротермально измененных интрузивных и вулканических пород преимущественно кислого состава. В цементе изменения представлены, большей частью, гематитизацией и серицитизацией, в меньшей степени — хлоритизацией, окварцеванием, сидеритизацией и магнетитизацией. Характерная черта таких объектов — повышенное содержание оксидов железа (магнетита и гематита). Среди других рудных минералов — халькопирит, борнит, халькозин, уранинит, настуран, молибденит, самородное золото и серебро. Месторождения комплексные, помимо меди (среднее содержание в рудах — 0,2–1,5%) и золота (0,1–3 г/т) часто содержат в промышленных количествах уран, серебро, висмут, кобальт, никель, молибден и другие металлы [1].

Крупнейшим представителем объектов этого типа является уникальное золото-медно-урановое месторождение Олимпик-Дам (Olympic Dam) в Австралии, меньшим масштабом характеризуются месторождения Канделярия (Candelaria) и Манто-Верде (Manto Verde) в Чили, Мина-Хуста (Mina Justa) в Перу, Кристалину (Cristalino), Салобу (Salobo) и Соссегу (Sossego) в Бразилии.

С *медно-железородными скарновыми* месторождениями связано около 3% ресурсов и добычи красного металла. Скарновые месторождения образуются, как правило, в зонах экзоконтакта известняков и известково-терригенных пород с прорывающими их интрузивами преимущественно кислого состава.

Рудные тела характеризуются сложной морфологией, небольшими размерами, комплексным составом руд. Характерные околорудные изменения, наложенные на скарнированные породы, представлены актинолитизацией, хлоритизацией, окварцеванием, сидеритизацией, баритизацией и доломитизацией. Руды прожилково-вкрапленные, главные рудные минералы — борнит, халькопирит, магнетит. Медная минерализация имеет наложенный характер и формируется в ходе многостадийного процесса. Среднее содержание меди — 0,5–1,5%. Сопутствующими компонентами являются золото, кобальт, серебро, селен, теллур, молибден.

Скарновые месторождения, как правило, невелики по масштабу, но среди них есть и гиганты — Антамина (Antamina) и Лас-Бамбас (Las Bambas) в Перу.

Среди месторождений второстепенных геолого-промышленных типов чаще других встречаются жильные медные кварц-сульфидные, наиболее значимыми из которых являются среднемасштабные Боддингтон (Boddington) в Австралии и Мована (Mowana) в Ботсване. Единственным продуктивным на медь карбонатитовым объектом является месторождение Палабора (Palabora) в ЮАР, не имеет аналогов также Волковское магматическое месторождение в России с медно-железородно-ванадий-титановым орудением. Техногенные месторождения существенного значения для медной промышленности пока не имеют.

Прогноз добычи меди на месторождениях ведущих геолого-промышленных типов до 2030 г.

Лидирующая роль порфирировых месторождений в мировой добыче красного металла, существенно упрочившаяся за последние три десятилетия, в перспективе не только сохранится, но может еще более укрепиться (рис. 5.1). Этот прогноз обуславливается большим количеством проектов освоения новых объектов порфирирового ряда. В период до середины следующего десятилетия планируется ввод в эксплуатацию целой серии месторождений этого типа в разных странах: Эль-Арко (El Arco) в Мексике, Агуа-Рика (Agua Rica) в Аргентине, Рио-Бланко (Rio Blanco) в Перу, Лос-Азулес (Los Azules), Релинчо (Relincho) и Эль-Морро (El Morro) в Чили, Фрида-Ривер (Frieda

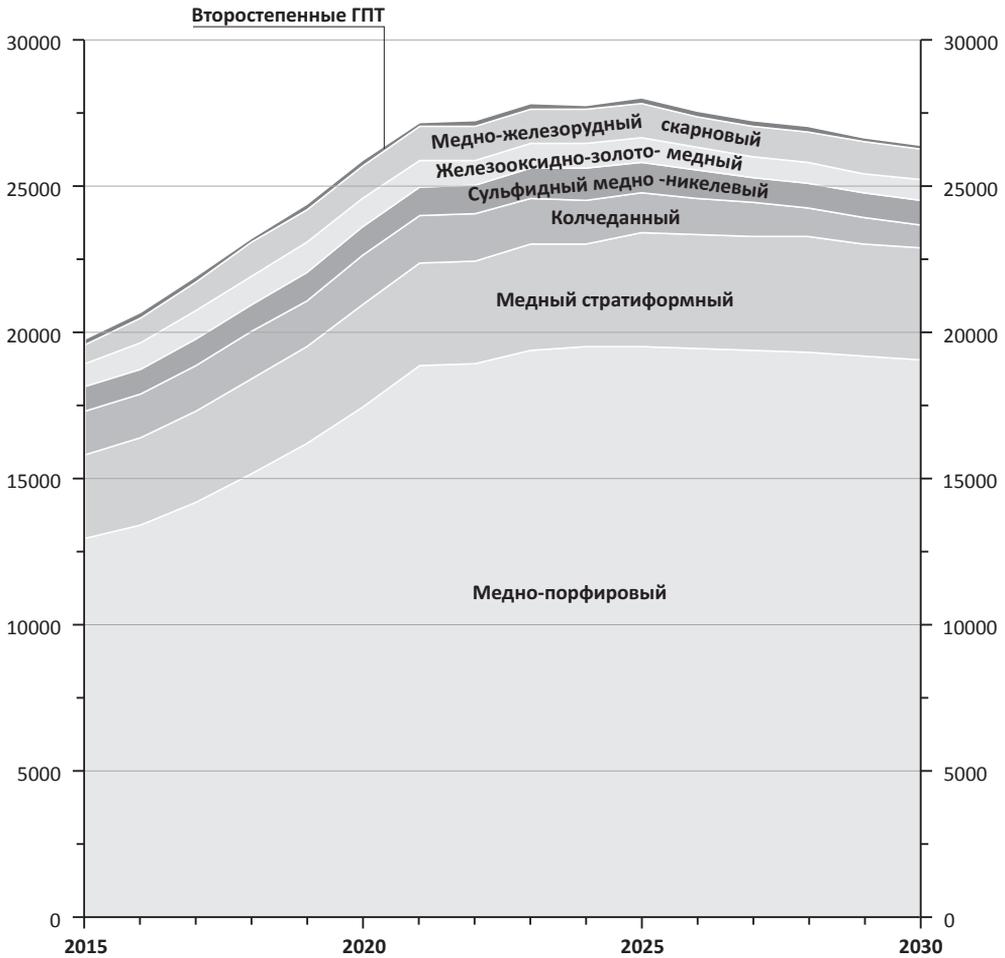


Рис. 5.1 Прогноз добычи меди на основе ресурсов месторождений различных геолого-промышленных типов в мире в 2015–2030 гг., тыс. т (без данных по месторождениям Китая)

River) в Папуа-Новой Гвинее, Песчанка в России, а также увеличение мощности чилийского рудника Андина. Это обеспечит рост добычи меди до 2025 г. на 3–7% в год, в результате чего количество металла, извлекаемого на месторождениях порфирового типа, может вырасти против уровня 2015 г. в полтора раза и составит 72% мирового. При этом истощение сырьевой базы пока не прогнозируется ни на одном эксплуатируемом в настоящее время месторождении; это связано со значительным масштабам их ресурсов, с одной стороны, а также с тем, что большинство их введено в эксплуатацию относительно недавно.

Добыча меди на стратиформных месторождениях также будет расти, поскольку осваиваются новые крупные объекты, в том числе Глогув-Глебоки (Glogow Gleboki) в Польше, начало добычи на котором запланировано в 2020 г., Удоканское в России (2023 г.), Камоа (Камоа, 2018 г.) в Демократической республике Конго; определенную роль в расширении производства сыграет расширение мощности рудника на месторождении Сентинел (Sentinel) в Замбии. В результате к 2030 г. на стратиформных объектах возможен рост добычи меди более, чем на треть, несмотря на то, что в этот период ожидается истощение ресурсов замбийского месторождения Лумвана (Lumwana) в 2024 г. и конголезского Фронтьер (Frontier) в 2029 г., а также некоторых менее значимых объектов.

На колчеданных месторождениях в ближайшие годы возможен рост добычи меди на 10% по сравнению с 2015 г., связанный, прежде всего, с вводом в эксплуатацию месторождения Арктик (Arctic) в США. Однако из-за истощения в следующем десятилетии ресурсов месторождений ДеГрусса в Австралии, Лас-Крусес (Las Cruces) в Испании, объектов Восточной группы в Казахстане и целого ряда более мелких месторождений к 2030 г. объем добычи меди на них может сократиться почти вдвое.

Ввод в эксплуатацию группы сульфидных медно-никелевых месторождений Туин-Металс-Миннесота (Twin Metals Minnesota) в США, а также нескольких канадских и южноафриканских объектов может увеличить количество добываемой на их меди примерно на четверть по сравнению с 2015 г. Однако вслед за этим могут быть исчерпаны ресурсы финского месторождения Кевитса (Kevitsa), а к концу рассматриваемого периода — канадской группы месторождений Садбери (Sudbury), в результате чего добыча на них окажется сопоставимой с уровнем 2015 г.

Ввод в эксплуатацию железокислотно-золото-медных месторождений Калкару (Kalkaroo), Каррапатина (Carrapateena) и Литтл-Ева (Little Eva) в Австралии, а также группы Санто-Доминго (Santo Domingo) в Чили, ожидавшийся в 2017–2019 гг., позволит нарастить добычу на объектах данного типа более, чем на четверть к 2020 г., однако потом она начнет сокращаться на фоне истощения ресурсов австралийских месторождений Проминент-Хилл (Prominent Hill) и Эрнест-Генри (Ernest Henry), бразильского Соссегу и чилийского Франке (Franke). В итоге, к 2030 г. объем добычи меди на месторождениях этого типа составит лишь 90% от уровня 2015 г.

Доля медно-железорудных скарновых месторождений в объеме добычи к 2030 г. увеличится в полтора раза по сравнению с 2015 г., благодаря началу добычи на месторождениях Лас-Бамбас в Перу и Быстринское в России, а также планируемому вводу в эксплуатацию месторождения Пампкин-

Добычные возможности недр

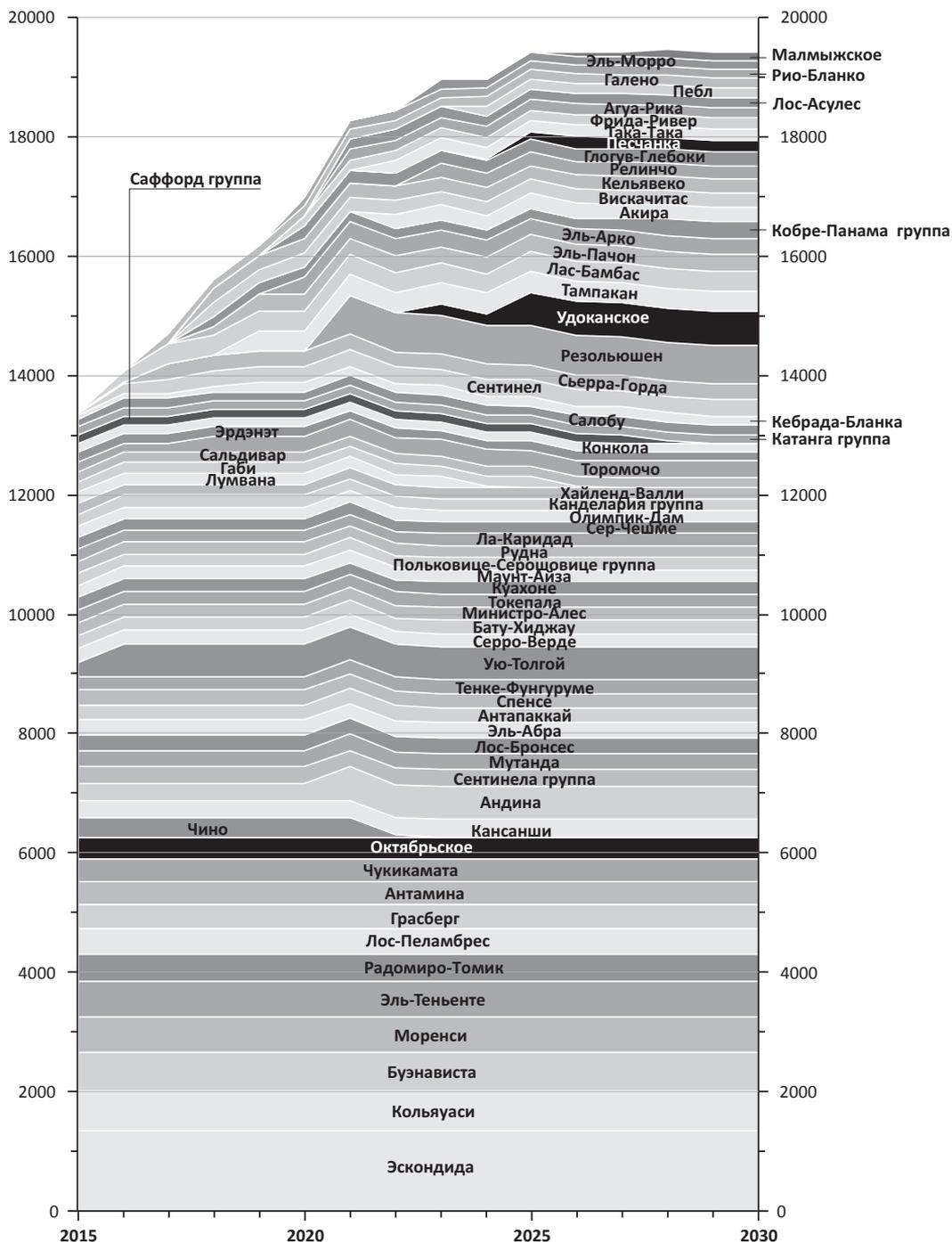


Рис. 5.2 Прогноз добычи меди на основе ресурсов важнейших месторождений мира в 2015–2030 гг., тыс. т (без данных по месторождениям Китая)

Холлоу (Pumpkin Hollow) в США. Истощение ресурсов грозит лаосскому месторождению Сепон (Sepon) к 2026 г.

Таким образом, в 2030 г. структура мировой медедобывающей промышленности несколько изменится. Еще более увеличится значимость медно-порфировых месторождений, доля которых может составить почти три четверти мировой добычи красного металла, роль стратиформных объектов также возрастет, а третью позицию могут занять скарно-железородные месторождения, роль которых сегодня невелика.

Прогноз добычи меди на важнейших месторождениях мира до 2030 г.

Почти треть мировой добычи меди обеспечивают всего 12 месторождений, годовая добыча на каждом из которых превышает 300 тыс. т (рис. 5.2); шесть из них находятся в Чили. Крупнейшее в мире медедобывающее предприятие годовой мощностью по добыче более 1 млн т металла (1,35 млн т меди в 2015 г.) базируется на гигантском медно-порфировом месторождении Эскондида. Его ресурсов достаточно для обеспечения работы рудника еще на 87 лет. В Чили действуют еще пять рудников с годовым объемом добычи меди более 300 тыс. т: Кольяуаси (672 тыс. т в 2015 г.), Эль-Теньенте (589 тыс. т), Радомиро-Томик (451 тыс. т), Лос-Пеламбрес (430 тыс. т) и Чукикамата (386 тыс. т). Добыча на них может продолжаться до 2030 г. и позднее.

Среди эксплуатируемых объектов в других странах выделяются Грасберг в Индонезии, Антамина в Перу, российское Октябрьское и Чино (Chino) в США; сырьевая база последнего может быть истощена уже в начале следующего десятилетия.

В 2015 г. в число крупнейших вошли мексиканское месторождение Буэнависта, где добыча меди удвоилась по сравнению с предыдущим годом, достигнув 641 тыс. т, а также Моренси (Morenci) в США, эксплуатируемом крупнейшим в стране рудником, увеличившим производство на четверть, до 602 тыс. т.

Перечень ведущих объектов уже в 2016 г. мог пополниться монгольским месторождением Ую-Толгой, где планировалось удвоение добычи меди, а после 2020 г. в него может войти еще один чилийский объект — скарное месторождение Андина, мощность рудника на котором планируется увеличить почти втрое.

Сопоставимое количество меди извлекается на трех десятках объектов «второго эшелона» с ежегодной добычей от 140 до 300 тыс. т металла. Все они обеспечены ресурсами для бесперебойной добычи на период до 2030 г.

Исключение составляют замбийское месторождение Лумвана, Габи в Чили и месторождения группы Саффорд в США, сырьевая база которых за этот период будет истощена.

Остальной объем добываемого из недр металла обеспечивают рудники годовой мощностью до 140 тыс. т, однако некоторые из них в пятнадцатилетней перспективе могут войти в ряд объектов «второго эшелона»: планируется увеличение объемов добычи на месторождениях Салобу в Бразилии, Сентинел в Замбии, а также чилийских Сьерра-Горда (Sierra Gorda) и Кебрада-Бланка (Quebrada Blanca).

В целом, добыча на эксплуатируемых в настоящее время месторождениях из-за истощения запасов на некоторых из них к 2030 г. может сократиться на 10% от уровня 2015 г.

Что касается объектов, которые планируется вовлечь в эксплуатацию в кратко- и среднесрочной перспективе, сроки освоения многих из них затягиваются, причем не только по экономическим, но и по другим причинам. Так, самое крупное новое горнодобывающее предприятие годовой мощностью по добыче меди 661 тыс. т запроектировано на месторождении Резольюшен (Resolution) в североамериканском штате Аризона. Ввод его в строй планировался в 2021 г. (табл. 5.1), однако освоение месторождения затягивается, поскольку оно расположено на территории «священных земель» североамериканских индейцев. В марте 2016 г. оператор проекта, компания *Resolution Copper* (45% принадлежит *BHP Billiton*, 55% — *Rio Tinto*), анонсировала начало экологической экспертизы в соответствии с законом о национальной экологической политике [20], которая должна определить перспективы проекта.

Освоение гигантского золото-медно-порфирикового месторождения Пиббл на Аляске тормозится экологами и местными жителями из-за возможного загрязнения залива Бристоль, в водах которого нерестится промысловая рыба. Компания *Northern Dynasty* готова вновь пройти экологическую экспертизу и, в случае благоприятного исхода, ввести месторождение в эксплуатацию в 2024 г. [15].

Строительство горно-обогачительного комбината на отечественном медно-порфириковом Томинском месторождении вызвало недовольство местного населения из-за близости его к г. Челябинск и его главному питьевому водоему — Шершневному водохранилищу [3].

Освоение гигантского Удоканского месторождения, расположенного в удаленном малоосвоенном районе, требует строительства инфраструктуры практически «с нуля», что означает необходимость огромных инвестиций. Возможно, проблема начнет решаться с помощью «Внешэкономбанка», выкупившего 10,878% активов проекта [2].

Создание инфраструктуры необходимо и для ввода в эксплуатацию медно-порфирового месторождения Песчанка, также расположенного в малодоступном районе на территории Чукотского АО [4].

Еще один «проблемный» проект — Тампакан — находится в провинции Минданао на Филиппинах, где с 2010 г. действовал запрет на открытую добычу. Оператор проекта австралийская компания *Indophil Resources* ожидала смены внутренней политики правительства после выборов, однако вновь избранный президент Родриго Дутерте является противником горнодобывающей деятельности, которая может негативно сказаться на окружающей среде. В связи с этим, вероятность того, что проект Тампакан будет реализован в срок, невелика [21].

Приостановлена реализация проектов освоения гигантских медно-порфировых месторождений Айнак (Ainak) в Афганистане и Реко-Дик (Reko Diq) в Пакистане. На площади проекта Айнак обнаружены руины буддийского монастыря, датированного 2–9 вв. н. э [10], в связи с чем работы были приостановлены [11], а лицензия на отработку месторождения Реко-Дик в Пакистане была отозвана без объяснения причин [23].

Единственный проект освоения гигантского месторождения, который был завершен в срок, реализован на перуанском объекте Лас-Бамбас. Инвесторами выступали китайские компании, одна из которых — *MMG Limited* — стала его оператором. Рудник был запущен в январе 2016 г., а в июле выведен на полную мощность [13].

В целом, своевременный ввод в эксплуатацию всех осваиваемых месторождений уже с середины 2020-х гг. мог бы обеспечить увеличение добычи меди почти на 45%, или на 8,7 млн т металла; в этом случае темпы ее роста могли составлять 4–5% в год. Однако проблемы, возникающие при реализации проектов, очевидно, не позволят достичь такого результата.

Таблица 5.1 Крупнейшие проекты освоения месторождений меди в мире

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче меди, тыс.т	Другие полезные компоненты
Порфировый					
Тампакан	Филиппины	FS	2019	343	Au, Mo
Эль-Арко	Мексика	PFS	2020	271	Au, Mo
Кобре-Панама	Панама	FS	конец 2017	265	Mo, Au, Ag

Добычные возможности недр

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче меди, тыс.т	Другие полезные компоненты
Реко-Дик	Пакистан		законсервирован	211	Au
Така-Така	Аргентина	SS	2022	198	Au, Mo
Фрида-Ривер	Папуа-Новая Гвинея	FS	2020	175	Au
Пebbл	США	PFS	2024	169	Au, Mo, Ag, Pd, Re
Галено	Перу	FS	2017	161	Au, Mo, Ag
Эль-Морро**	Чили	PFS	2023	145	Au
Релинчо**	Чили	PFS	2023	231	Mo
Малмыжское	Россия	SS	дек.2025	143,5	Au
Резольюшен	США	PFS	2021	661	Mo
Эль-Пачон	Аргентина	FS	2018	283	Mo, Au, Ag
Вискачитас	Чили	SS	2018	235	Mo
Кельявеко	Перу	FS	2018	235	Mo, Ag
Рио-Бланко	Перу	FS	2020	147	Mo
Акира	Перу	SS	2022	248	Mo, Au, Ag
Песчанка	Россия	FS	конец 2024	199	Au, Mo, Ag
Агуа-Рика	Аргентина	SS	2021	174	Mo, Au, Ag
Лос-Асулес	Чили	SS	2021	174	Au, Ag
Медистые песчаники					
Удоканское	Россия	FS	2023	562	Ag
Айнак (Ainak)	Афганистан		законсервирован	270	
Глогув-Глебоки	Польша	FS	2020	221	Ag
Скарновый					
Лас-Бамбас	Перу	разработка	янв.2016	329	Mo, Au, Ag

*SS — scoping study, PFS — prefeasibility study, FS — feasibility study

** - проекты Релинчо и Эль-Морро объединены в единый проект Корридор (Project Corridor), годовой мощностью по выпуску меди в концентрате 190 тыс. т; в 2016 г. начаты работы стадии PFS;

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ МЕДИ ОСНОВНЫХ СТРАН-ПРОДУЦЕНТОВ ДО 2030 г.

Запасами и ресурсами меди располагают 82 страны мира (табл. 5.2). На сегодняшний день запасы (reserves) металла, по нашим данным, превышают 770 млн т, а их суммарные ресурсы (resources) достигают 2620 млн т.

Таблица 5.2 Ресурсы и запасы меди в мире, тыс. т

	Категория	Значение
Россия*	Запасы категорий А+В+С₁	69559,2
	Запасы категории С₂	28229,8
	Запасы забалансовые	13097,1
Австралия	Proved + Probable Reserves	23670
	Measured + Indicated Resources	88750
	Inferred Resources	51820
Азербайджан	Proved + Probable Reserves	59,5^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	180,1 ^r
Алжир	Measured + Indicated + Inferred Resources	36 ^r
Ангола	Measured + Indicated + Inferred Resources	1341 ^r
Аргентина	Proved + Probable Reserves	4837^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	45468 ^r
Армения	Reserves	6910^r
	Resources	8242 ^r
Афганистан	Proved + Probable Reserves	5520^r
	Indicated + Inferred Resources	14457 ^r
Болгария	Proved + Probable Reserves	2110^r
	Resources	2639 ^r
Боливия	Reserves	58,2^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	308,9 ^r
Ботсвана	Proved + Probable Reserves	851,3^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	7327,8 ^r
Бразилия	Reserves	10844
	Resources	16607 ^r
Буркина-Фасо	Measured + Indicated + Inferred Resources	330 ^r

Добычные возможности недр

	Категория	Значение
Бурунди	Resources	15,3 ^r
Великобритания	Measured + Indicated + Inferred Resources	123,2 ^r
Венгрия	Proved + Probable Reserves	1816^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1877 ^r
Венесуэла	Proved + Probable Reserves	627,5^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1715 ^r
Вьетнам	Reserves	679,2^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	728,1 ^r
Гаити	Inferred Resources	570 ^r
Гайана	Proved + Probable Reserves	95,7^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	255,8 ^r
Германия	Inferred Resources	37,8 ^r
Греция	Proved + Probable Reserves	765,4^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1791 ^r
Грузия	Proved + Probable Reserves	70^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	92,76 ^r
Дем.Респ.Конго	Proved + Probable Reserves	21961^r
	Resources	95712 ^r
Доминиканская Республика	Proved + Probable Reserves	254,4^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1014,8 ^r
Египет	Inferred Resources	22,33 ^r
Замбия	Proved + Probable Reserves	24479^r
	Resources	71022 ^r
Зимбабве	Proved + Probable Reserves	162,5^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	2331 ^r
Индия	Proved + Probable Reserves	4190^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	4242 ^r
Индонезия	Proved + Probable Reserves	24804^r
	Indicated + Inferred Resources	51565 ^r
Иордания	Proved + Probable Reserves	343^r
	Measured + Indicated Resources	343 ^r

	Категория	Значение
Иран	Proved + Probable Reserves	13627^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	35914 ^r
Испания	Proved + Probable Reserves	2108^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	3886 ^r
Казахстан	Reserves	17375^r
	Resources	52169 ^r
Канада	Reserves	29335^r
	Resources	80155 ^r
Кения	Inferred Resources	30,2 ^r
Кипр	Inferred Resources	18,5 ^r
Киргизия	Reserves	299
	Resources	1121 ^r
Китай	Ensured Reserves	27218
	Resources	96900
Колумбия	Proved + Probable Reserves	10^r
	Resources	5737 ^r
Корея Северная	Resources	2860 ^r
Кот-д'Ивуар	Indicated + Inferred Resources	76 ^r
Куба	Proved + Probable Reserves	234^r
	Resources	1593 ^r
Лаос	Proved + Probable Reserves	1488^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	2282 ^r
Мавритания	Proved + Probable Reserves	349^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources Resources	416 ^r
Македония	Proved + Probable Reserves	225^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	764 ^r
Марокко	Proved + Probable Reserves	42^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	113,6 ^r
Мескика	Reserves	48051^r
	Resources	55757 ^r

Добычные возможности недр

	Категория	Значение
Мозамбик	Resources	141,9 ^r
Монголия	Reserves	18383^r
	Resources	53235 ^r
Мьянма	Resources	7200 ^r
Намибия	Proved + Probable Reserves	614,3^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	3073,7 ^r
Никарагуа	Inferred Resources	49,3 ^r
Норвегия	Proved + Probable Reserves	73,2^r
	Resources	139,1 ^r
Пакистан	Measured + Indicated + Inferred Resources	26063 ^r
Панама	Proved + Probable Reserves	11620^r
	Resources	38743 ^r
Папуа-Новая Гвинея	Proved + Probable Reserves	9357^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	37943 ^r
Перу	Reserves	81601
	Resources	188814 ^r
Польша	Запасы категорий A+B+C₁+C₂	35570
	Запасы забалансовые	13110
Португалия	Proved + Probable Reserves	864,8^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	2767 ^r
Пуэрто-Рико	Resources	1659,2 ^r
Румыния	Proved + Probable Reserves	900^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	6079 ^r
Саудовская Аравия	Proved + Probable Reserves	800^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	914 ^r
Сербия	Proved + Probable Reserves	5615^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	11907 ^r
Словакия	Reserves	108^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	144 ^r
США	Reserves	51650^r
	Resources	197000 ^r

	Категория	Значение
Таджикистан	Reserves	150^r
Танзания	Proved + Probable Reserves	100^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	519 ^r
Турция	Proved + Probable Reserves	225,7^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	2261 ^r
Уганда	Proved + Probable Reserves	72,57^r
Узбекистан	Reserves	6275^r
	Resources	13661 ^r
Фиджи	Probable Reserves	4950^r
	Resources	7622 ^r
Филиппины	Proved + Probable Reserves	5638,5^r
	Resources	36605,5 ^r
Финляндия	Proved + Probable Reserves	939,7^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	5098 ^r
Черногория	Inferred Resources	33,12 ^r
Чили	Reserves	206400^r
	Resources	707300 ^r
Швеция	Proved + Probable Reserves	3007,6^r
	Resources	6255,5 ^r
Эквадор	Probable Reserves	21,4^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	18140,5 ^r
Эритрея	Proved + Probable Reserves	363^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1296 ^r
ЮАР	Proved + Probable Reserves	2504^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	11815 ^r
Ямайка	Resources	76 ^r
Япония	Resources	2 ^r

По данным: [5; 6; 12; 16; 17; 18; 19]

* — по данным официальных источников

^r — по известным месторождениям

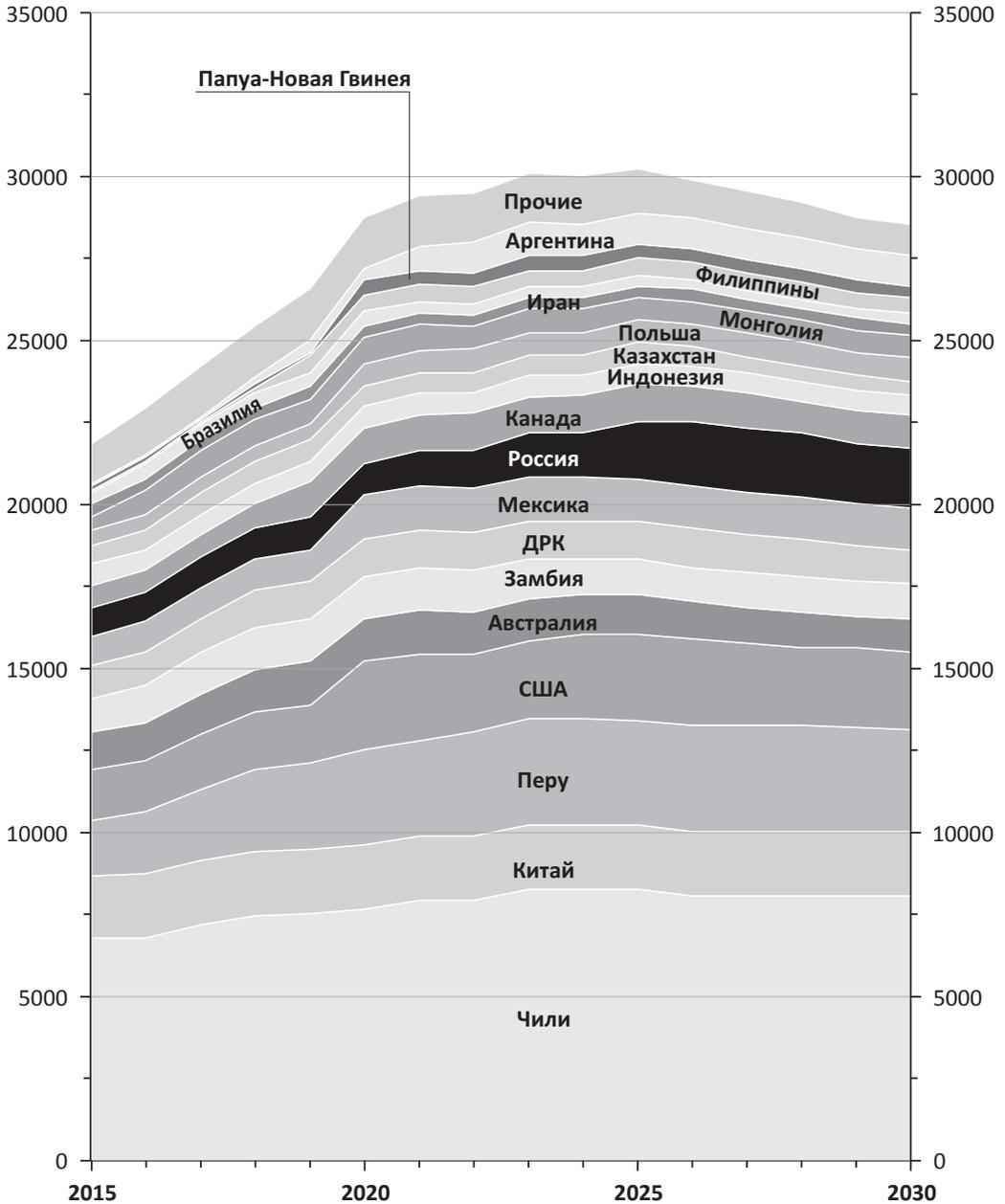


Рис. 5.3 Прогноз добычи меди на основе ресурсов стран-производителей в 2015-2030 гг., тыс. т (по Китаю использованы статистические данные по стране в целом)

Добыча меди и производство меди в концентратах и катодах ведется в 54 странах мира (табл. 5.3); объем мирового рудничного производства в 2015 г. составил 19,1 млн т [9]. Бесспорным лидером по добыче меди остается Чили; ближайшими конкурентами являются Китай, Перу и США, показатели которых сопоставимы, однако их совокупное производство уступает чилийскому (рис. 5.3).

Таблица 5.3 Динамика производства меди в концентратах и катодах (методом SX-EW) в 2011–2015 гг., тыс. т

	2011	2012	2013	2014	2015
Австралия	959,5	920,9	998,1	970,3	963,6
Азербайджан	0,6	0,5	0,3	0,8	1
Аргентина	116,7	135,7	109,7	102,6	61,8
Армения	33,6	40,9	48,5	50,6	82,9
Болгария	105	107,9	110	110	110
Боливия	4,2	8,7	7,6	10,8	9,5
Ботсвана	29,5	35,8	48,5	47,7	22,3
Бразилия	215,6	221,6	271,6	293,9	346,1
Вьетнам	11	11	12	16,1	17
Грузия	7	7	7	7	7
Дем. Респ. Конго	457,4	561,1	838,8	914,8	915,3
Доминик. республика	11,7	11,5	10,6	9,3	7,4
Замбия	663,4	695,2	759,8	707,1	717,3
Зимбабве	6,6	6,7	8,3	8	8
Индия	36,2	32,7	34,8	26,7	29,9
Индонезия	542,7	398,5	509,2	378,8	578,6
Иран	258,9	245,5	222,9	216,6	246,4
Испания	68,4	98,4	107	105,9	111,7
Казахстан	405	417,6	447,5	438,8	443,6
Канада	566,2	578,6	631,9	695,7	697,5
Кипр	3,7	4,4	3,6	3,1	1,9

Добычные возможности недр

	2011	2012	2013	2014	2015
Киргизия	0	0	0	0,6	3,1
Китай	1294,7	1576,8	1715,2	1781	1706,4
Колумбия	0,9	1	1	4,1	5,5
Корея Северная	12	16	17	19,3	20
Лаос	138,8	149,6	154,9	159,7	167,7
Мавритания	35,3	37,7	38	33,1	45
Македония	7,6	10	11,1	9,9	11,1
Марокко	12,9	17,7	18	18	18
Мексика	444,1	487,9	480,1	526,6	594,6
Монголия	124	123,9	198,2	267,5	332,2
Мьянма	9	19	25	33,2	46,9
Намибия	3,4	5,3	4,9	5,3	13,8
Оман	23,4	21,8	12,5	15,4	8,7
Пакистан	20	20	20	20	20
Папуа — Н. Гвинея	130,5	125,3	105,5	75,9	47,7
Перу	1234,9	1298,6	1375,6	1379,6	1700,6
Польша	426,7	427,1	428,9	421,3	425,9
Португалия	82,2	73,6	76,5	75,3	81,8
Россия*	579,7	583	655,9	691,5	711,4
Румыния	6,8	6,5	7,8	8,2	8,8
Саудовская Аравия	0,4	3,9	4,5	9,5	12,9
Сербия	28,1	34,4	35,5	35,8	33,1
США	1112,9	1166,8	1278,2	1384,7	1416,3
Танзания	6,7	8,8	15,4	16,4	16,8
Турция	79	104,3	120,5	122	125
Узбекистан	80	80	80	80	80
Филиппины	64,1	65,7	92,7	89,7	84,8
Финляндия	14	25,5	38,8	42,8	41,1

	2011	2012	2013	2014	2015
Чили	5262,8	5433,9	5776	5749,6	5764
Швеция	83	82,4	82,8	79,3	75,6
Эритрея	0	0	21,8	88,9	61,6
ЮАР	96,6	81	80,8	78,7	77,4
Итого	15917,2	16627,3	18160,8	18437,6	19136,5

По данным [9]

* — по данным официальных источников

Лидирующая позиция Чили в мировой добыче меди в дальнейшем может еще больше укрепиться, поскольку в стране реализуются крупные проекты освоения прежде всего медно-порфировых месторождений — Вискачитас (Vizcachitas), Лос-Асулес, а также Релинчо и Эль-Морро, объединенных в единый проект Корридор [8]. Кроме того, на ряде эксплуатируемых объектов (Андина, Кебрада-Бланка, Сьерра-Горда) ожидается значительное расширение мощностей по добыче. Это позволит к 2030 г. увеличить количество извлекаемого из недр страны металла на 20%; этому не помешает ожидаемое в 2026–2027 гг. истощение ресурсов месторождений Габи и Франке.

Китай занимает второе место в мире по рудничному производству металла, в 2015 г., по данным [9], в стране выпущено 1706 тыс. т меди в концентратах. Добыча меди в стране ведется, в основном, небольшими предприятиями (мощностью 1–50 тыс. т меди в год), базирующимися на средних и мелких по масштабу месторождениях и, по нашей оценке, составила 1951 тыс. т. Согласно официальным данным [17], ресурсы меди в Китае достигают 96,9 млн т, этого количества достаточно для обеспечения добычи металла на уровне 2015 г. в течение полувека.

Производство меди в Перу в последние годы росло, что позволило стране в 2015 г. занять третью позицию в рейтинге крупнейших продуцентов, опередив США. Эта тенденция, вероятно, сохранится и в дальнейшем — в начале 2016 г. запущен, а в июле выведен на полную мощность (51 млн т руды в год), рудник на месторождении Лас-Бамбас [13]. Позднее в эксплуатацию планируется ввести месторождения Тиа-Мария (Tia Maria), Кельявеко (Quellaveco), Рио-Бланко, Каньяриако-Норте (Canariaco Norte), Акира (Aquirá), что, как ожидается, в перспективе удвоит объемы добычи меди и позволит стране опередить Китай и занять второе место среди ведущих продуцентов меди. Ресурсный потенциал Перу достаточен для того, чтобы обеспечить удвоение производства меди по крайней мере на период до 2030 г.

Добыча меди в США может вырасти в полтора раза в случае ввода в эксплуатацию гигантского молибден-медно-порфирового месторождения Резольюшен, запланированного на 2021 г., а с началом разработки еще одного гиганта, золото-порфирового месторождения Пиблл вырастет еще больше. Однако, реализация этих проектов столкнулась с серьезными трудностями социального и экологического характера, из-за чего сроки их завершения переносятся на более позднее время. В то же время к 2023 гг. будут истощены ресурсы месторождения Чино, в настоящее время обеспечивающего более 20% добычи меди страны; ввод в эксплуатацию месторождений Пампкин-Холлоу и Розмонт (Rosemont) не компенсирует убыль добычи, что не исключает вероятности выпадения США в обозримой перспективе из числа крупнейших продуцентов меди.

Среди продуцентов «второго эшелона» крупнейшим на сегодняшний день является Австралия, где ежегодно выпускается немногим менее миллиона тонн меди. Однако к 2030 г. в стране ожидается сокращение добычи на 15% по причине исчерпания ресурсов месторождений ДеГрусса, Кобар (Cobar), Эрнест-Генри и Проминент-Хилл. В стране реализуется несколько проектов освоения меднорудных месторождений — Каррапатина, Калкару, Литтл-Ева, однако они не смогут компенсировать мощности выбывающих объектов.

В Замбии добыча меди может вырасти почти на четверть в случае реализации проекта освоения месторождения медистых песчаников Сентинел, однако уже к 2025 г. объем добычи вернется на уровень 2015 г. из-за ожидаемого исчерпания ресурсов месторождения Лумвана (Lumwana) аналогичного типа. Похожая ситуация прогнозируется в соседней Демократической республике Конго, где к 2018 г. ожидается рост добычи на 18% за счет ввода в эксплуатацию стратиформных месторождений Камоа (Kamoa), Калонгве (Kalongwe) и Кипуши (Kipushi), но в связи с истощением ресурсов месторождения Фронтьер к 2030 г. уровень добычи лишь на 6% превысит текущий.

Перспективы медедобывающей промышленности Мексики в основном связаны с освоением золото-медно-порфирового месторождения Эль-Арко, ввод в строй которого будет способствовать росту добычи меди в стране почти на треть. При этом значимым объектам страны исчерпание ресурсов в среднесрочной перспективе не грозит.

В число ведущих стран-продуцентов меди может в ближайшем будущем войти Россия, где ожидается начало добычи на нескольких объектах, крупнейшим из которых является гигантское Удоканское месторождение медистых песчаников в Забайкальском крае. К значимым проектам относятся также освоение медно-железородного скарнового месторождения Быстринское, до-

быча на котором началась в конце 2017 г. и медно-порфириновых Томинского, Ак-Сугского, Песчанка и Малмыжского. В случае успешного завершения этих проектов к 2030 г. добыча меди в стране может увеличиться почти вдвое, в этом случае Россия займет пятое (после Чили, Перу, США и Китая) место в мире по добыче красного металла.

Существенный рост производства ожидается также в Аргентине, где реализуются проекты Агуа-Рика, Така-Така (Taca Taca), Эль-Пачон (El Pachon), Лос-Асулес, Альтар (Altar) и Сан-Хорхе (San Jorge), Папуа-Новой Гвинее — Фрида-Ривер, Яндера (Yandera) и Голпу (Golpu), и Филиппинах — Тампакан и Кингкинг.

В остальных медедобывающих странах объем добычи металла к 2030 г. либо сохранится на уровне 2015 г., либо несколько сократится.

Прогноз добычи меди горными компаниями до 2030 г.

Более 40% мировой добычи меди в 2015 г. обеспечили пять крупнейших компаний с годовым объемом добычи более 1 млн т (рис. 5.4).

Мировым лидером по добыче красного металла является чилийская национальная корпорация *CODELCO*, которая владеет рудниками на крупнейших меднорудных месторождениях страны и мира: Эль-Теньенте, Радомиро-Томик, Чукикамата, Андина, Министро-Алес (Ministro Hales), Габи и др. В начале следующего десятилетия компания планирует нарастить свои показатели еще на 10% благодаря удвоению мощности рудника Андина [14]. Однако к 2026 г. могут быть истощены ресурсы месторождения Габи, и к 2030 г. объем добычи металла вернется на уровень, близкий к 2015 г. Другие проекты компании — строительство нового концентратора и опреснительного завода на руднике Радомиро-Томик и углубление подземного рудника Эль-Теньенте — нацелены не на увеличение добычи, а на продление сроков жизнедеятельности этих предприятий.

Американская компания *Freeport-McMoRan Inc.* владеет несколькими медными рудниками в американских штатах Аризона и Нью-Мексико (Моренси в партнерстве с *Sumitomo Metal Mining Co. Ltd.*, Чино, Багдад (Bagdad) и др.), а также является совладелицей ряда крупнейших месторождений мира: Грасберг, Тенке-Фунгуруме, Серро-Верде (Cerro Verde). Главный актив компании — рудник Моренси после проведенных в 2015 г. работ по расширению производства, позволивших увеличить мощность по добыче руды до 115 тыс. т/сут, обеспечил четверть объема добычи меди компании (511 тыс. т) [7]. Однако показатели компании *Freeport-McMoRan* к концу

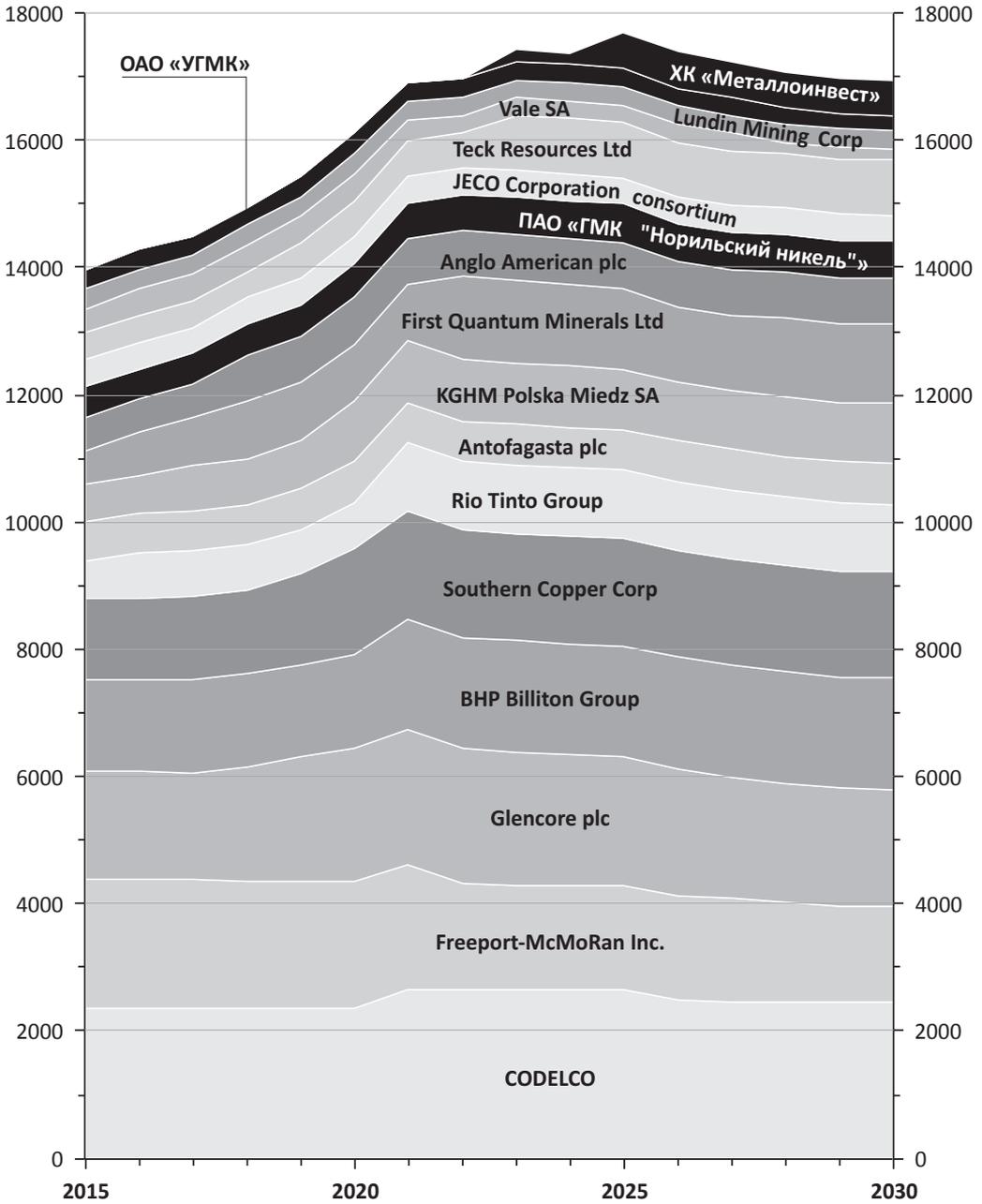


Рис. 5.4 Прогноз добычи меди на основе ресурсов, находящихся в распоряжении добывающих компаний, в 2015–2030 гг., тыс. т

текущего десятилетия могут сократиться из-за истощения сырьевой базы месторождения Чино, которое в настоящее время вносит ощутимый вклад в добычу компании (330 тыс. т меди в 2015 г.).

В активах гиганта *Glencore plc* находятся горнодобывающие предприятия, базирующиеся на месторождениях Кольяуаси в Чили, в котором компании принадлежит 44%, Антамина (33,75%) и Антапаккай (Antapaccay) в Перу, Мутанда (Mutanda) и Катанга (Katanga) в ДРК, Эрнест-Генри и Маунт-Айза в Австралии, и др. Добыча меди *Glencore* может вырасти на 10% в случае успешного вовлечения в отработку месторождения Эль-Пачон в Аргентине, строительство рудника на котором, согласно сообщениям в прессе, должно было начаться в конце 2016 г. [22].

Еще один крупный диверсифицированный холдинг — *BHP Billiton Group* — занимает четвертое место в мире по добыче красного металла. Ключевые активы компании: месторождения Эскондида, в котором компании принадлежит 57,5%, Спенсе (Spence) и Серро-Колорадо (Cerro Colorado) в Чили, Антамина (33,75%) в Перу и Олимпик-Дам в Австралии. Сырьевая база этих месторождений позволяет компании вести добычу в прежних объемах как минимум до 2030 г., а поскольку *BHP Billiton* владеет 45%-й долей в проекте Резольюшен, в случае его реализации она может ежегодно получать еще почти 300 тыс. т металла.

Компания *Southern Copper Corp.*, входящая в состав мексиканского горнодобывающего конгломерата *Grupo Mexico*, по итогам 2015 г. вошла в пятерку крупнейших мировых продуцентов меди. Это стало возможным благодаря расширению мощности рудника Буэнависта в Мексике, добыча меди на котором удвоилась. Остальную часть добычи компании, примерно в равных долях, обеспечили рудники Ла-Каридад в Мексике, Куахоне и Токепала в Перу. Также компания владеет крупными проектами Тиа-Мария в Перу и Эль-Арко в Мексике, в случае реализации которых сможет увеличить добычу на 30%.

В число значимых продуцентов в ближайшие полтора десятилетия могут войти транснациональная корпорация *Rio Tinto Group*, если будет реализован проект Резольюшен, в котором она владеет 55% активов, польская *KGHM Polska Miedz SA*, готовящая к пуску подземный рудник на месторождении Глогув-Глебоки, *First Quantum Minerals Ltd* после выхода на полную мощность рудника Сентинел в Замбии и ввода в строй добывающего предприятия на месторождении Кобре-Панама (Cobre Panama) в Панаме и *Teck Resources Ltd*, реализующая проекты Корридор в Чили, Шафт-Крик (Schaft Creek) в Канаде, а также проект расширения мощности своего чилийского рудника Кебрада-Бланка.

Российские ПАО «ГМК «Норильский никель»» и ОАО «Уральская горно-металлургическая компания» вошли в 2015 г. в число значимых продуцентов с годовым объемом добычи более 300 тыс. т меди; такого же успеха может достичь холдинг ХК «Металлоинвест» в случае ввода в строй и выхода на проектную мощность предприятия на Удоканском месторождении, освоение которого ведет его подразделение, ООО «Байкальская горная компания».

Прогноз добычи меди на эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях до 2030 г.

Добыча меди на эксплуатируемых месторождениях в последние годы растет как благодаря расширению мощности ряда действующих предприятий, так и вводу в строй новых рудников. Максимум она должна была достичь в 2017 г. и затем стабилизироваться на достигнутом уровне вплоть до конца текущего десятилетия (рис. 5.5). Позднее прогнозируется некоторый спад производства, обусловленный естественным исчерпанием ресурсов ряда объектов, в результате чего к 2030 г. добыча на разрабатываемых месторождениях может сократиться на 10–12% по сравнению с 2015 г. Тем не менее, разрабатываемые объекты будут по-прежнему обеспечивать основное количество добываемого металла.

Осваиваемые месторождения, в случае успешной реализации всех проектов, могут существенно увеличить количество добываемой меди. Примерно половина из имеющихся проектов близка к завершению — на них проведены работы *feasibility study* (отечественный аналог — технико-экономическое обоснование освоения). При успешном вовлечении в отработку в период с 2023 г. по 2030 г. эти месторождения смогут ежегодно обеспечивать около 4–4,5 млн т меди или около 20% мировой добычи уровня 2015 г.

Проекты, находящиеся на более ранних стадиях освоения (*prefeasibility study* и *scoping study*), в совокупности могут давать еще 3,3–3,5 млн т меди ежегодно. Основное число таких объектов планируется ввести в строй в период 2023–2024 гг.

Таким образом, при своевременном завершении всех имеющихся проектов добыча меди к 2025 г. может вырасти до 28,3 млн т или более чем на 40% по сравнению с 2015 г. Однако к 2030 г. из-за истощения ресурсов некоторых ныне эксплуатируемых месторождений количество добываемого металла может снизиться до 26,7 млн т. Кроме того, учитывая постоянное отодвигание сроков реализации крупных проектов освоения медных месторождений, вероятность их массового ввода в эксплуатацию в среднесрочной перспективе представляется небольшой.

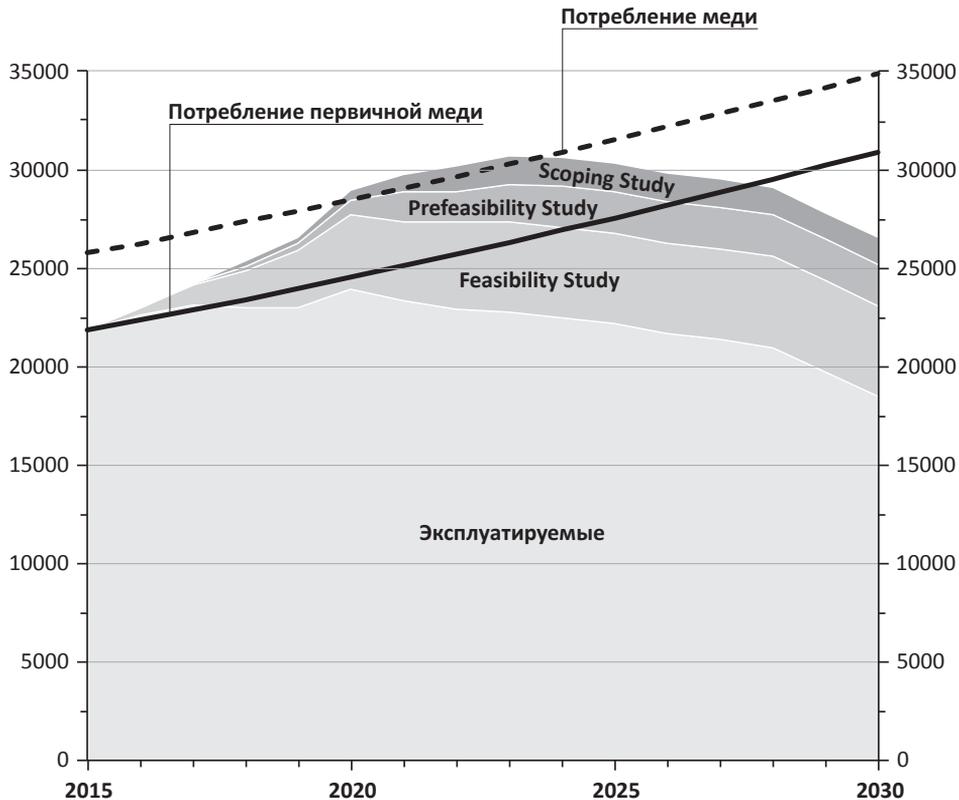


Рис. 5.5 Прогноз потребления меди и ее добычи на основе ресурсов эксплуатируемых и осваиваемых месторождений в 2015–2030 гг., тыс. т (по Китаю использованы статистические данные по стране в целом)

Ситуация на мировом рынке меди в последние годы оценивалась как неблагоприятная — начиная с 2011 г., цены постепенно снижались, а по итогам 2016 г. обрушились ниже уровня «кризисного» 2009 г. (рис. 5.6). Тем не менее, к масштабному сворачиванию проектов освоения медно-рудных месторождений это не привело, хотя сроки завершения некоторых проектов, в том числе на большинстве гигантских месторождений (Резольюшен, Тампакан, Пиббл, Удоканское и др.) были перенесены на более поздний срок.

В 2017 г. впервые за пять лет цены показали рост — в течение первой половины года среднемесячная цена на медь не опускалась ниже 5500 долл./т, а по его итогам она составила 6162 долл./т. Если эта тенденция закрепится, можно ожидать, что значительная часть существующих проектов освоения новых месторождений будет успешно завершена.

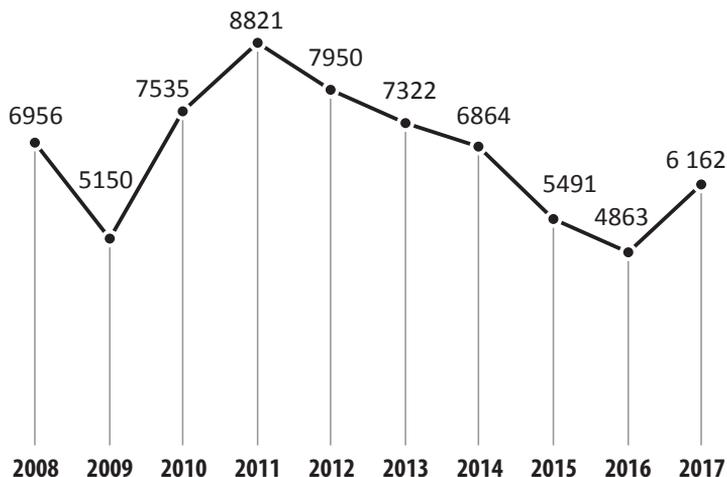


Рис. 5.6 Среднегодовые цены (спот) на рафинированную медь сорта «А» на Лондонской бирже металлов в 2008–2017 гг., долл./т

Вместе с тем, если учесть прогнозируемые темпы роста потребления меди, можно видеть, что ввод в эксплуатацию в запланированные сроки осваиваемых месторождений может уже в ближайшем будущем привести к возникновению избытка металла на рынке, что, очевидно, будет вновь оказывать давление на цены.

Следует также учитывать еще один важный источник меди — вторичное сырье. Производство рафинированной меди из скрапа в настоящее время составляет около 17% суммарного выпуска металла, а в будущем, вероятнее всего, оно будет расти. Таким образом, перенос сроков освоения ряда медных месторождений может благоприятно сказаться на конъюнктуре мирового рынка, в какой-то степени выравнявая баланс спроса и предложения металла.

Российская медедобывающая промышленность в целом развивается динамично. Большинство действующих рудников обеспечено сырьем на несколько десятилетий, ведется освоение новых объектов. В конце 2017 г. с опережением графика введено в эксплуатацию Быстринское месторождение в Забайкальском крае. Однако при детальном анализе в отрасли обнаруживаются некоторые проблемы. Практически все значимые проекты освоения базируются на месторождениях, расположенных в удаленных районах со слабо развитой инфраструктурой (Удоканское, Песчанка, Ак-Сугское). Их реализация требует значительных затрат, но именно с этими объектами связаны основные перспективы роста добычи меди в стране. В то же время вовлечение в эксплуатацию месторождений, расположенных в традиционных

горнопромышленных районах, может быть сопряжено с риском нанесения вреда окружающей среде. В частности, экологические проблемы обусловили трудности в освоении Томинского месторождения в Челябинской области, где население продолжает протестовать против строительства ГОКа. Между тем, реализация этого проекта необходима для поддержания добычи меди в регионе, поскольку на целом ряде уральских месторождений (Сафьяновском, Узельгинском, Учалинском и др.) в обозримой перспективе ожидается истощение запасов, что приведет к выбыванию добывающих мощностей.

Кроме того, если сейчас Россия ориентирована на экспорт рафинированного металла и/или изделий из него, то реализация наиболее крупных проектов (на базе месторождений Удоканское и Песчанка) в основном предполагает производство и продажу за рубеж продукции с самой низкой добавленной стоимостью — медных концентратов. На Удоканском горно-металлургическом комбинате проектируется линия по производству катодной меди, но ее доля в общем объеме производства пока неизвестна.

Таким образом, для обеспечения сырьем существующих перерабатывающих мощностей, в первую очередь — на Урале, необходимо продолжать и развивать геологоразведочные, в том числе поисково-оценочные работы на перспективных площадях региона.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Железоокисдно-золото-медные и родственные месторождения. Соловьев С. Г. М., Научный мир, 2011
2. Металлоснабжение и сбыт. Новости металлургии. ВЭБ может «прикупить» немного Удокана. 19.07.2016
3. Металлоснабжение и сбыт. Новости металлургии. Проект Томинского ГОКа подорожал до \$1,5 млрд. 21.07.2016
4. Прайм. Вестник золотопромышленника. Бюллетень № 16. 30.05.2016
5. Australian Government. Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources as at December 2015. 2016
6. DNPM (Departamento Nacional de Producao Mineral). Sumario Mineral 2015. 2016
7. Freeport-McMoRan Inc. News Releases. Freeport-McMoRan Completes Sale of 13% Interest in Morenci Mine for \$1.0 Billion in Cash. 31.05.2016
8. Goldcorp Inc. News. Goldcorp and Teck combine El Morro and Relincho projects in Chile. 27.08.2015
9. International Copper Study Group. ICSG 2016 Statistical Yearbook. Vol. 13. 2016, November
10. Islamic Republic of Afghanistan. Ministry of Mines and Petroleum. Sustainable Development of Natural Resource Program. Aynak Copper Mine. 2013, May
11. Khaama Press. Afghan News Agency. Aynak copper mine extraction project not in Afghanistan's interest -. 03.06.2015
12. Latinomineria. № 94. Los desafios mineros de Perú. 2015, September
13. Mining Weekly. Sector News. Las Bambas enters commercial production. 11.07.2016

14. MINING.com. Codelco \$7.5 billion Andina mine expansion plan to take about two years. 03.09.2015
15. MiningNews.net. Copper. The world's largest undeveloped copper projects. 17.03.2016
16. Ministry of Economy of the Kyrgyz Republic. Medium and Long-Term Strategy of Mining Industry Development of the Kyrgyz Republic. Volume I. 2014
17. Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2015 China Mineral Resources. 2015, October
18. National Bureau of Statistics of China. China Statistical Yearbook 2016. Resources and Environment. 8-4 Ensured Reserves of Major Mineral. 2016
19. Panstwowy Instytut Geologiczny. Bilans Zasobow Zloz Kopolin w Polsce wg stanu na 31 XII 2015 r. 2016
20. Resolution Copper. Press Release. Resolution Copper Announces Key Milestone with Start of the Environmental Study Process. 18.03.2016
21. Reuters. World. Philippines' Duterte tells mining companies to 'shape up'. 05.06.2016.
22. Télam. Agencia Nacional de Noticias. Glencore invertirá US\$3.000 millones en la mina de cobre El Pachón. 14.04.2015.
23. Tethyan Copper Company. Press Release. Withdrawal of Specific Performance Request. 08.05.2013.

Ni



НИКЕЛЬ

Анализ добычных возможностей эксплуатируемых и осваиваемых никелевых месторождений мира основан на информации о ресурсах, запасах и добыче металла на 274 зарубежных объектах. Учтены данные по большинству эксплуатируемых месторождений и наиболее значимым проектируемым добывающим предприятиям зарубежных стран.

Сведения о запасах никеля в России секретны, поэтому в анализ вошли только те месторождения, для которых проведен аудит ресурсных баз в соответствии с зарубежными классификациями, сведения о результатах которого опубликованы в открытом доступе. Среди них — только крупнейшие объекты страны, в том числе Норильская группа месторождений в Красноярском крае и Печенгская группа в Мурманской области, суммарно обеспечивающие более 97% российской добычи никеля, а также осваиваемые месторождения Кун-Манье в Амурской области и Черногорское в Красноярском крае.

Объекты с запасами и ресурсами никеля, участвовавшие в анализе, обеспечили в 2015 г. добычу металла в объеме 2037,6 тыс. т. В то же время мировая добыча никеля за аналогичный период составила 2,1 млн т [12, с. 11]. Таким образом, в обзоре использованы данные о месторождениях, дающих более 90% мировой добычи. Некоторая неполнота связана с ограниченностью доступных сведений о производстве первичного (извлекаемого из недр) никеля на Филиппинах, которые в настоящее время являются его ведущим продуцентом, и в Китае. Значительная часть горного производства в этих странах находится в руках мелких компаний, не предоставляющих сведений о своей деятельности. В связи с этим в ряде случаев для анализа использованы статистические данные по запасам, ресурсам и добыче никеля в стране в целом. Ограниченную информацию предоставляют в открытый доступ и китайские компании, в том числе крупные, ведущие эксплуатацию никелевых месторождений за пределами Китая. Кроме того, представляется существенно заниженной оценка ресурсной базы, текущей и плановой добычи никеля Кубы, поскольку основная часть горнодобывающих предприятий в этой стране принадлежит государству и сведения о них не публикуются.

Формирование никелевых месторождений происходит как в эндогенных, так и в экзогенных геологических обстановках, кроме того, накопление металла происходит в ходе техногенных процессов. Техногенные объекты введены в эксплуатацию только в XXI веке и роль их пока незначительна.

В пределах эндогенной группы продуктивными на никель являются, прежде всего, месторождения магматического генезиса, к которым принадлежат объекты наиболее распространенного и экономически значимого сульфидного медно-никелевого геолого-промышленного типа, а также близкого к нему собственно платиноидного типа, в котором никель выступает как попутный компонент. Вклад в никелевую промышленность гидротермальных и колчеданных никеленосных месторождений невелик и в данной работе не рассматривается.

Эндогенные месторождения **сульфидного медно-никелевого** геолого-промышленного типа представляют собой скопления сульфидов в различных основных и ультраосновных породах, образующиеся в широком временном диапазоне. Условия их формирования разнообразны, однако большинство промышленно значимых объектов связано с магматизмом рифтовых зон (от океанических до внутриконтинентальных). Месторождения локализуются в силлах и лополитах, либо связаны с лавовыми потоками основного-ультраосновного состава, характерной чертой которых является стратифицированное строение. Отдельно в большинстве известных классификаций выделяют силлоподобный интрузив норит-диоритового состава в рудном районе Садбери (Sudbury) в Канаде.

Месторождения, сформировавшиеся в различных тектоно-магматических условиях, различаются по текстурам руд, которые могут быть массивными и вкрапленными, наличию или отсутствию тектонических брекчий с сульфидным матриксом, соотношению никеля и меди в рудах. Тем не менее, все они характеризуются несколькими общими чертами. Рудные залежи чаще всего приурочены к приподошвенной части интрузива или лавового потока и имеют обычно пласто-, плито- и линзообразные формы. Минеральный состав однороден и представлен ассоциацией пирротин-пентландит-халькопирит; среднее содержание никеля в рудах составляет 1–3%, однако для мелких объектов может возрасти до 5–7%. Обычным попутным (реже главным) компонентом руд является медь; кроме того, как правило, в промышленных концентрациях присутствуют кобальт, металлы платиновой группы, золото, серебро, селен, теллур и сера.

Известны как мелкие по масштабу месторождения, часто объединяющиеся в рудные узлы в пределах одной рудовмещающей структуры, так и крупные и гигантские объекты. В зависимости от масштаба оруденения ресурсы месторождений могут меняться от нескольких десятков тысяч до нескольких миллионов тонн никеля. Рудные тела имеют протяженность по падению и простиранию от нескольких сот метров до первых километров, их мощность может достигать 300 м.

Среди проявлений сульфидной медно-никелевой минерализации, связанных с разнообразными интрузивными и эффузивными образованиями основного и ультраосновного состава, наибольшей промышленной значимостью обладают группа уникальных месторождений Норильского рудного района в России с суммарными ресурсами, достигающими 16 млн т никеля [3, с. 228–229], локализованных в палеозойских и мезозойских траппах Сибирской платформы, и месторождение Цзинчуань (Jinchuan) в Китае, приуроченное к протерозойским трапповым формациям, развитым на юго-западном окончании Сино-Корейского кратона в провинции Ганьсу; его ресурсы превышают 5,5 млн т металла [21].

С коматиитовыми лавовыми потоками архейского возраста связаны месторождения рудных районов Камбалда (Kambalda) в Австралии и эксплуатируемые объекты Зимбабве и Танзании. К протерозойским коматиитам приурочены месторождения рудного района Томпсон (Thompson) и Раглан (Raglan) в Канаде. Объекты Печенгской группы в России локализованы в среднепротерозойских телах ферропикритов, месторождение Войси-Бей (Voisey Bay) в Канаде — в позднепротерозойском анортозит-гранит-троктолитовом массиве. Более молодые сульфидные образования приурочены к интрузивам, в основном, пикритового и толеитового состава.

Все эти объекты преимущественно никелевые, среднее содержание в рудах составляет 0,5–3,5%, отношение Ni: Cu, в основном, больше 10, в редких случаях меньше, как, например, на месторождении Катиник (Katiniq) в Канаде.

Количество никеля в недрах уникального рудного района Садбери на сегодняшний день оценивается более чем в 2 млн т, при этом, если учитывать металл, добытый за длительное время эксплуатации, то его ресурсы превышали 20 млн т никеля [2, с. 14]. Принятой геолого-генетической модели образования группы месторождений Садбери нет. Согласно одной из точек зрения — магматогенно-космогенной — рудные залежи сформировались в результате взрывного метаморфического преобразования пород интрузива при столкновении с крупным метеоритом; кратер, возникший при этом, имел диаметр около 200 км [2, с. 279]. В результате в подошве интрузива локализовались преимущественно массивные руды, к дайкоподобным телам, называемых офсетам («offset»), и к приконтактовым частям интрузива приурочена бедная сульфидная вкрапленная минерализация. Минеральный состав руд аналогичен другим сульфидным месторождениям, главными минералами являются пирротин, пентландит, халькопирит. Среднее содержание никеля в рудах составляет 1,4%, а соотношение Ni: Cu близко к единице.

В отдельный геолого-промышленный тип выделяются коренные **собственно платиноидные** объекты, т. н. «малосульфидные», которые близки к сульфидным и несут рассеянную сульфидную минерализацию, богатую металлами платиновой группы. Никель в них является попутным компонентом, среднее содержание в рудах не превышает десятых долей процента. Подробное описание ГПТ дано в разделе «Металлы платиновой группы».

Все известные промышленно значимые экзогенные никелевые объекты объединяются в **оксидно-силикатный кобальто-никелевый** геолого-промышленный тип, в зарубежной литературе именуемый «латеритным», который к настоящему моменту по объему добычи не уступает сульфидным месторождениям. Силикатные месторождения приурочены к корам выветривания, формировавшимся в условиях тропического и субтропического климата на серпентинизированных ультраосновных массивах офиолитовых поясов складчатых сооружений. В зависимости от полноты профиля выветривания и морфологии коренных рудных тел среди латеритных месторождений выделяются различные подтипы.

Среди латеритных кобальт-никелевых месторождений наиболее широкое распространение получили коры выветривания неоген-четвертичного возраста, к ним относятся никелевые и железо-никелевые месторождения

Индонезии, Филиппин, Новой Каледонии, Кубы и других стран экваториального пояса. Месторождения России, приуроченные к корам выветривания ультраосновных пород Восточно-Уральской металлогенической провинции, датируются поздним триасом-ранней юрой.

Все они характеризуются приповерхностным залеганием. По морфологии выделяются площадные, линейные и линейно-площадные коры выветривания. Для рудных тел месторождений площадного типа характерна пластообразная форма, пологое залегание и небольшая мощность (3–20 м). Рудные тела линейных и смешанных кор выветривания имеют более сложную морфологию и изменчивую мощность [1, с. 32].

Большинство известных латеритных месторождений по масштабу относятся к крупным, в их недрах заключено более 200 тыс. т никеля; значительна доля уникальных объектов с ресурсами более 2 млн т.

Месторождения кор выветривания существенно различаются по содержанию и соотношению металлов в рудах в зависимости от условий формирования и характера коренного оруденения. Существенное влияние оказывают минеральный состав первичных пород и климатические условия выветривания. Полный профиль кор выветривания включает следующие зоны (сверху вниз):

- охристо-кремнистые образования («лимониты»);
- нонтронитизированные серпентиниты («сапролиты»);
- выщелоченные серпентиниты.

Никелевая минерализация концентрируется в зоне сапролитов, а также в нижней части зоны лимонитов. К основным гипергенным никеленосным минералам относятся гарниерит, непуйт, асболан, хлорит, никелевый керолит и некоторые другие. Распределение полезных компонентов в пределах зоны сравнительно однородно. Полезными компонентами являются никель и кобальт, соотношение которых в рудах находится в пределах 20:1–35:1. Содержания Ni в латеритных рудах составляет 0,74–4% и более, Co — 0,03–0,12%.

Наиболее значительными объектами этого геолого-промышленного типа являются крупные и уникальные месторождения Индонезии — Ла-Сампала (La Sampala), Тапунопака (Tapunopaka) и др., Филиппин — Рио-Туба (Rio Tuba), Таганито (Taganito) и др., Кубы — Купей (Curey), Пунта-Горда (Punta Gorda) и др., Новой Каледонии — Кониамбо (Koniambo), Горо (Goro) и др., Австралии — Муррин-Муррин (Murrin Murrin), Рейвенсторп (Ravenstorp) и др., Мадагаскара — Амбатуви (Ambatovy).

Среди экзогенных обстановок, в которых возникают скопления никеля, выделяются также океанические, где пока известны лишь потенциально значимые проявления — скопления железомарганцевых конкреций, кобальт-марганцевых корок, гидротермальные сульфидные постройки («черные курильщики» и «сульфидные купола») и металлоносные осадки.

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ НИКЕЛЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ВЕДУЩИХ ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ТИПОВ ДО 2030 г.

По состоянию на начало 2016 г. более половины мировых ресурсов никеля приходилось на латеритные объекты, сульфидные месторождения заключали более трети мировой сырьевой базы никеля. Доля остальных геолого-промышленных типов немногим превышала 12% суммарного объема ресурсов металла.

Более 95% добычи никеля в мире обеспечивается за счет двух геолого-промышленных типов — сульфидного медно-никелевого и латеритного. За последние 20 лет структура мировой никелевой промышленности принципиально изменилась: если в начале 90-х годов основную часть добываемого металла поставляли сульфидные месторождения, то по состоянию на 2015 г. фиксируется некоторое превышение доли латеритных объектов (рис. 6.1). В дальнейшем это соотношение существенно не изменится, однако, если в ближайшее время будут введены в строй несколько крупных рудников на сульфидных медно-никелевых месторождениях в США, Канаде, Австралии, Танзании и России, то по мере выхода их на проектную мощность доля таких объектов окажется несколько выше, чем латеритных.

Среди второстепенных источников наиболее значимыми являются малосульфидные платиноидные месторождения, роль остальных типов незначительна. На малосульфидных объектах в 2015 г. извлечено 70 тыс. т металла, что составило немногим более 3% мировой добычи. Проекты освоения новых месторождений и расширение мощностей действующих производств нацелены, прежде всего, на выпуск платиноидов; прирост добычи попутного никеля не превысит 7 тыс. т, следовательно, доля месторождений этого типа в мировой добыче останется незначительной.

В целом, при благоприятной ситуации на рынке никеля, добыча металла в 2022 г. может, без учета месторождений Китая, достичь 2,6 млн т в год против 2,1 млн т в 2015 г. После 2026 г. прогнозируется ее незначительное сокращение, связанное с исчерпанием ресурсной базы как некоторых разрабатываемых сульфидных месторождений, например, Кевитса (Kevitsa) в Финляндии, так

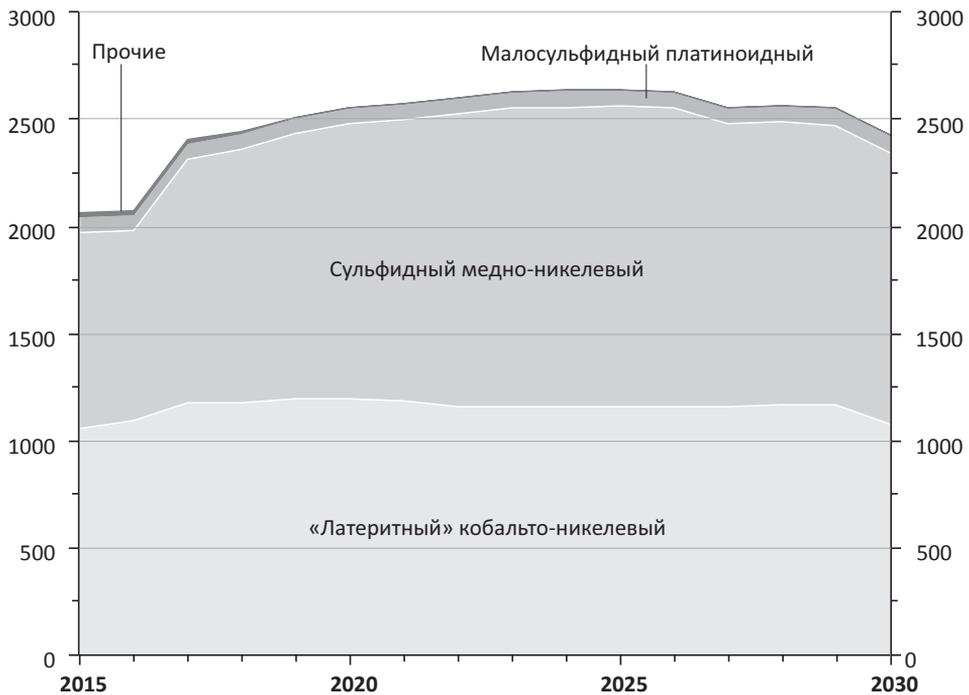


Рис. 6.1 Прогноз добычи никеля на основе ресурсов месторождений различных геолого-промышленных типов в мире в 2015–2030 гг., тыс. т (без месторождений Китая)

и экзогенных объектов, среди которых такие крупные, как Раму (Ramu) в Папуа-Новой Гвинее. Тем не менее, действующие предприятия, сохранившие к 2030 г. производственные возможности, а также реализованные к этому сроку проекты смогут обеспечить добычу металла в количестве 2,4 млн т или на 17% больше чем в 2015 г. Кроме того, выделяется группа месторождений, для которых нет актуальной информации о количестве выявленных на них ресурсов — это касается месторождений, эксплуатируемых бразильской компанией *Vale S. A.*, в том числе объектов в рудных районах Садбери, Войси-Бей и Томпсон в Канаде, крупных месторождений Сороако (Soroako) в Индонезии, Онка-Пума (Onka Puma) в Бразилии, Вале-Нувель-Каледония (Vale Nouvelle-Caledonie) в Новой Каледонии, ранее называвшегося Горо. При этом промышленные запасы на большинстве объектов достаточны для поддержания добычи на уровне 2015 г. в течение не менее чем полутора десятков лет.

Добывающие предприятия, как правило, эксплуатируют группы мелких объектов, приуроченных к одному или нескольким интрузивным массивам и образующих рудный узел или район. Поэтому большинство компаний

публикует данные о добыче, а часто — и о ресурсах и промышленных запасах по группе сульфидных месторождений в целом, не разделяя их на отдельные объекты.

Прогноз добычи никеля на важнейших месторождениях мира до 2030 г.

Более 45% добычи никеля в мире обеспечивают всего девять крупных добывающих комплексов, в том числе 10–11% — предприятия Норильского рудного района в России, принадлежащие компании ПАО «ГМК «Норильский никель»» (рис. 6.2). Среди них — самый крупный никелевый рудник в мире, эксплуатирующий Октябрьское месторождение. В 2015 г. на нем извлечено из недр около 172 тыс. т металла, еще 48 тыс. т получено на Талнахском месторождении, а в целом в рудном районе добыто почти 220 тыс. т металла [3, с. 63], что более чем в полтора раза превышает добычу на занимающем вторую позицию руднике Никел-Уэст (Nickel West) в Австралии. Компания планирует увеличить производственную мощность своих предприятий к 2021 г. на 10% до 237 тыс. т [3, с. 78–81]. Сырьевая база месторождений Норильского рудного района, даже с учетом планируемого расширения производства, позволяет вести их эксплуатацию до 2030 г. и далее.

Группа сульфидных месторождений Никел-Уэст в Австралии эксплуатируется компанией *BHP Billiton Group*. В 2015 г. на них в совокупности добыто около 130 тыс. т никеля [5, с. 97]. Компания не планирует расширение добывающих мощностей рудника, что позволит вести производство на нем как минимум до 2030 г.

Суммарная добыча на месторождениях группы Садбери (Sudbury), локализованных в одноименном интрузивном массиве в Канаде, в 2015 г. составила почти 105 тыс. т. Большинство мелких рудных тел в районе эксплуатируются компанией *Vale S. A.*, небольшая часть принадлежит компании *Glencore Plc*, добывающие мощности их предприятий находятся в соотношении 4:1. Ресурсный потенциал района позволит сохранить текущую добычу на рудниках не менее чем до 2030 г.

Четвертым добывающим предприятием, объёмы извлеченного из недр никеля на котором в 2015 г. превысили 100 тыс. т, стал добывающий комплекс компании *Eramet Group*, эксплуатирующий группу латеритных месторождений в Новой Каледонии; на них добыто 102,2 тыс. т металла [7, с. 22]. Разведанные на сегодняшний день промышленные запасы позволят им работать с той же производительностью только до 2024 г. В дальнейшем

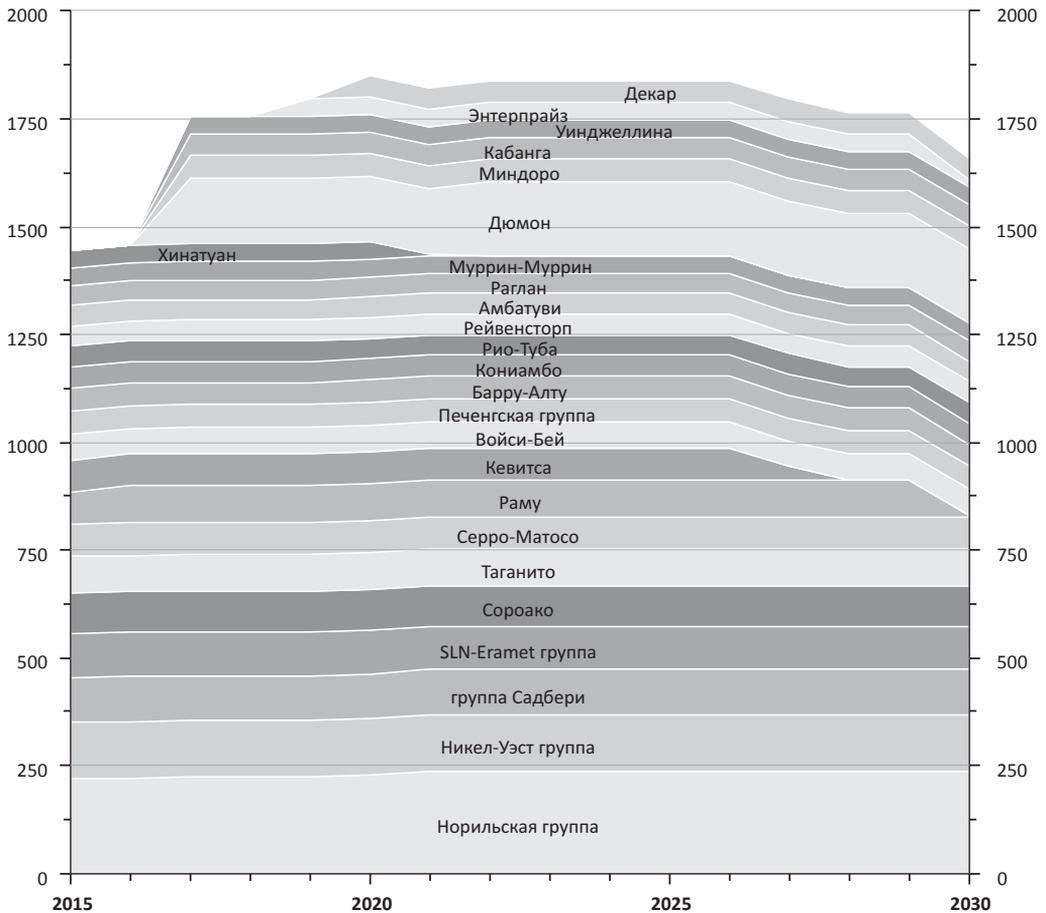


Рис. 6.2 Прогноз добычи никеля на основе ресурсов важнейших месторождений мира в 2015–2030 гг. (без месторождений Китая), тыс. т

срок эксплуатации может быть продлен за счёт доразведки выявленных ресурсов никеля.

Еще пять предприятий добывают ежегодно от 70 до 100 тыс. т никеля. Сырьевая база латеритных месторождений Сороако в Индонезии, Таганито на Филиппинах и Серро-Матосо (Serro Matoso) в Колумбии позволяет эксплуатировать их до 2030 г. и позже; ресурсы латеритного месторождения Раму в Папуа-Новой Гвинее и сульфидного медно-никелевого Кевитса в Финляндии могут быть в рассматриваемый период истощены.

В 2017 г. группа крупнейших предприятий по добыче никеля может пополниться еще одним рудником, который сооружается на комплексном медно-никелевом месторождении Дюмон (Dumont) в Канаде. Его проектная

мощность по добыче с начала разработки — 151,2 тыс. т металла, а к 2020 г. планируется ее увеличение до 172,4 тыс. т [19]. Если проект будет реализован, появится еще один гигант, сопоставимый по объему добычи с рудником на Октябрьском месторождении.

Кроме того, в мире насчитывается более двух десятков рудников с мощностью по добыче в диапазоне 25–70 тыс. т. Суммарно они обеспечили в 2015 г. почти 40% мировой добычи никеля. Некоторые из этих предприятий ведут отработку крупных по масштабу объектов, таких, как латеритные Барру-Алту (Barro Alto) в Бразилии, Кониамбо в Новой Каледонии, Рейвенсторп в Австралии, сульфидные месторождения Войси-Бей в Канаде, объекты Печенгской группы в России, группы Раглан в Канаде. В обозримой перспективе ресурсы никеля будут исчерпаны только на канадском Игл (Eagle) и филиппинском Хинатуан (Hinatuan). В то же время в период до 2030 г. возможен ввод в строй девяти рудников сопоставимого масштаба с суммарной производительностью свыше 400 тыс. т никеля. Самые крупные из них — Миндоро (Mindoro) на Филиппинах, Декар (Decar) и Уэллгринн (Wellgreen) в Канаде, Кабанга (Kabanga) в Танзании.

Доля мелких рудников, на которых извлекается 25 тыс. т никеля в год и менее, в настоящее время не превышает 15% суммарного показателя. Многие из ныне действующих предприятий к 2030 г. будут закрыты, а совокупная добыча на них снизится вдвое, примерно до 185 тыс. т никеля. Этот спад может быть компенсирован вводом в разработку почти двух десятков средних и мелких рудников на месторождениях различного типа, восемь из них осваивается в Австралии, три — в Канаде, по два — в ЮАР, США и России, и по одному — в Бразилии, Гватемале, Танзании, Папуа-Новой Гвинее и на Соломоновых островах (табл. 6.1). Суммарная добыча на этих рудниках при максимальной проектной мощности может превысить 230 тыс. т никеля.

Таблица 6.1 Действующие проекты освоения месторождений никеля в мире

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по выпуску никеля в руде, тыс.т	Другие полезные компоненты
Сульфидный медно-никелевый геолого-промышленный тип					
Виктория	Канада	FS	2018	16,8	Cu, МПГ
Дюмон	Канада	FS	2017	172,4	Co, МПГ

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по выпуску никеля в руде, тыс.т	Другие полезные компоненты
НортМет	США	FS	2017	9,5	Cu, Co, МПГ
Кабанга	Танзания	FS	2017	47,1	нет данных
Нова	Австралия	FS	2017	33,1	Cu, Co
Игл'с-Нест	Канада	FS	2018	16,5	Au, Cu, МПГ
Нтака-Хилл	Танзания	FS	2017	6,3	Cu
Лейк-Джонстон	Австралия	FS	2016	12,6	нет данных
Черногорское	Россия	FS	2016	16,3	МПГ**
Туин-Металс группа	США	PFS	2019	21,1	Au, Ag, Cu, МПГ
Платриф	ЮАР	PFS	2020	39,8	Au, Cu, МПГ
Кун-Манье	Россия	PFS	2021	21,8	Cu
Уэллгрин	Канада	PEA	2022	45,1	Au, Co, Cu, МПГ
Нибо-Бейбел	Австралия	PEA	2021	10,4	Cu
Саванна-Норт	Австралия	PEA	2023	11,3	Cu, Co
Фишер-Ист группа	Австралия	PEA	2022	10	нет данных
Энтерпрайз	Замбия	PEA	2019	42	нет данных
Декар	Канада	PEA	2020	49,8	Fe
Макуа-Мейвилл группа	Канада	PEA	2018	10,2	Cu**, Au, Co, МПГ
Ватерберг	ЮАР	PEA	2019	11,1	Au, Cu, МПГ
Малосульфидный собственно платиноидный геолого-промышленный тип					
Бакубанг	ЮАР	FS	2018	3,5	МПГ**
«Латеритный» кобальто-никелевый геолого-промышленный тип					
Уинджеллина	Австралия	FS	2017	41,4	Co
Феникс	Гватемала	FS	2016	25,7	

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по выпуску никеля в руде, тыс.т	Другие полезные компоненты
Миндоро	Филиппины	FS	2017	53,3	Co
Исабел	Соломоновы острова	FS	2016	25,1	нет данных
Арагуая	Бразилия	PFS	2021	12,4	нет данных
Скони группа	Австралия	PFS	2020	1,2	Sc**
Калгурли-Никел группа	Австралия	PEA	2021	16,1	Co
Йерилла группа	Австралия	PEA	2021	7,3	Co
Уэлд-Рейндж	Австралия	PEA	2021	3,8	нет данных
Вово-Гап	Папуа-Новая Гвинея	PEA	2019	15,8	нет данных

*PEA — preliminary economic assessment, PFS — pre-feasibility study, FS — feasibility study

** — основной компонент

Однако такой результат едва ли будет достигнут, учитывая снижение спроса на металл, прежде всего в Китае. Не случайно, что за период 2009–2016 гг. в мире законсервирован целый ряд проектов освоения никелевых месторождений, как латеритных, так и сульфидных (табл. 6.2). Только в Австралии отложен ввод в эксплуатацию девяти месторождений; на них проектировались преимущественно мелкие предприятия, на которых в сумме добывалось бы чуть более 100 тыс. т никеля. Однако один из проектов предполагал строительство крупного рудника, мощностью более 60 тыс. т металла ежегодно на группе латеритных месторождений Марлборо (Marlborough). Приостановлен крупный проект освоения группы месторождений Веда-Бей (Weda Bay) в Индонезии, а также ряд мелких в Канаде, ЮАР, Финляндии. Среди игроков на рынке никеля могли появиться новые страны — Камерун и Швеция, но ситуация на рынке помешала осуществлению этих планов.

Таблица 6.2 Проекты освоения месторождения никеля с отложенной реализацией

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по выпуску никеля в руде, тыс.т	Другие полезные компоненты
Сульфидный медно-никелевый геолого-промышленный тип					
Бета-Хант	Австралия	PEA	2017	7,5	Au
Блэк-Суон группа	Австралия	Нет данных	2017	3,1	–
Маунт-Уиндарра	Австралия	Нет данных	2017	9,9	–
Рейдио-Хилл	Австралия	PEA	2019	3,3	Cu
Минаго	Канада	FS	2018	18	Au, Ag, Co, Cu, МПГ
Фергусон-Лейк	Канада	PEA	2020	13,9	Cu, Co
Харт	Канада	PEA	2019	20,5	Cu
Рёнбэкен	Швеция	PEA	2019	29,7	Co
Малосульфидный собственно платиноидный геолого-промышленный тип					
Арктик-Платинум группа	Финляндия	FS	2018	9,7	МПГ**, Au, Cu
Лесего	ЮАР	Нет данных	2016	5,7	МПГ**
«Латеритный» кобальто-никелевый геолого-промышленный тип					
Барнес-Хилл	Австралия	FS	2017	4,3	Co
Лаки-Брейк	Австралия	FS	2016	0,7	–
Марлборо группа	Австралия	FS	2015	63,7	Co
НиУэст группа	Австралия	PEA	2021	16,4	Co
Хомвилл	Австралия	PEA	2023	4,6	Co
Веда-Бей группа	Индонезия	FS	2020	74,8	Co
Нкамуна группа	Камерун	FS	2018	18,4	Co
Дутва группа	Танзания	FS	2015	27,7	Co

*PEA — preliminary economic assessment, PFS — pre-feasibility study, FS — feasibility study

** — основной компонент

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ НИКЕЛЯ ОСНОВНЫХ СТРАН-ПРОДУЦЕНТОВ ДО 2030 г.

Запасами и ресурсами никеля располагают 39 стран мира (табл. 6.3). Промышленные запасы (proved+probable reserves) никеля, по нашим данным, достигают 63 млн т, а его суммарные ресурсы (measured+indicated+inferred resources) превышают 247 млн т.

Таблица 6.3 Ресурсы и запасы никеля в мире, тыс. т

	Категория	Значение
Россия	Proved + Probable Reserves	7383,4
	Measured + Indicated + Inferred Resources	20555,7
Австралия	Proved + Probable Reserves	7572,6
	Economic Demonstrated Resources	18800**
	Measured + Indicated + Inferred Resources	33276,3
Албания	Inferred Resources	1190
Аргентина	Indicated+Inferred Resources	18,9
Ботсвана	Proved + Probable Reserves	460
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1114,7
Бразилия	Proved + Probable Reserves	4747,3
	Measured + Indicated + Inferred Resources	16246,1
Бурунди	Resources	1150
Венесуэла	Proved + Probable Reserves	68
	Measured + Indicated + Inferred Resources	166
Вьетнам	Proved + Probable Reserves	35,2
	Measured + Indicated + Inferred Resources	63,8
Гватемала	Proved + Probable Reserves	1658
	Measured + Indicated + Inferred Resources	3555
Греция	Proved + Probable Reserves	360,6
	Measured + Indicated + Inferred Resources	2477,2
Доминик.Респ.	Proved + Probable Reserves	932,7
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1214,1

	Категория	Значение
Замбия	Probable Reserves	414,1
	Indicated + Inferred Resources	661,1
Зимбабве	Proved + Probable Reserves	286
	Measured + Indicated + Inferred Resources	4308,1
Индонезия	Proved + Probable Reserves	7990,5
	Measured + Indicated + Inferred Resources	30069,9
Индия	Measured + Indicated + Inferred Resources	1299**
Испания	Proved + Probable Reserves	26,5
	Measured + Indicated + Inferred Resources	180
Казахстан	Measured + Indicated Resources	1280,6
Камерун	Proved + Probable Reserves	450
	Measured + Indicated + Inferred Resources	3273,2
Канада	Proved + Probable Reserves	6090,4
	Measured + Indicated + Inferred Resources	18051,1
Китай	Ensured Reserves	2873**
	Resources	10170**
Колумбия	Proved + Probable Reserves	462
	Measured + Indicated + Inferred Resources	2385,3
Кот-д'Ивуар	Indicated + Inferred Resources	97,5
Куба	Proved + Probable Reserves	87,7
	Measured + Indicated + Inferred Resources	13613,6
Мадагаскар	Proved + Probable Reserves	1501,5
	Measured + Indicated + Inferred Resources	2155,6
Македония	Proved + Probable Reserves	220
	Resources	500
Мьянма	Inferred Resources	700
Новая Каледония	Proved + Probable Reserves	3517,6
	Measured + Indicated + Inferred Resources	8530,1

	Категория	Значение
Норвегия	Measured + Indicated Resources	61
П.-Нов.Гвинея	Proved + Probable Reserves	510
	Measured + Indicated Resources	4073
Соломоновы острова	Measured + Indicated Resources	153,2
США	Proved + Probable Reserves	1966,7
	Measured + Indicated + Inferred Resources	5322,4
Танзания	Measured + Indicated + Inferred Resources	3788,9
Турция	Proved Reserves	375
	Resources	750
Украина*	Запасы категорий A+B+C₁	164,7
	Запасы категории A+B+C ₁ +C ₂	195,4
Филиппины	Proved + Probable Reserves	7328,6
	Measured + Indicated + Inferred Resources	21606,5
	Resources	26561,3**
Финляндия	Proved + Probable Reserves	432,3
	Measured + Indicated + Inferred Resources	5852,7
Швеция	Measured + Indicated + Inferred Resources	2306,8
ЮАР	Proved + Probable Reserves	5072,6
	Measured + Indicated + Inferred Resources	25370,4

† — сумма по известным месторождениям, если не указано иное

* — по данным официальных источников

** — по данным [10][16][6; 14]

Добыча никеля в мире в 2015 г. превысила 2,1 млн т, при этом более 78% металла было получено из недр всего восьми стран — Филиппин, России, Австралии, Канады, Новой Каледонии, Индонезии, Китая, ЮАР и Бразилии (рис. 6.3, табл. 6.4.). Крупнейшим продуцентом никеля на текущий момент являются Филиппины, хотя эта страна стала лидером только в 2014 г.

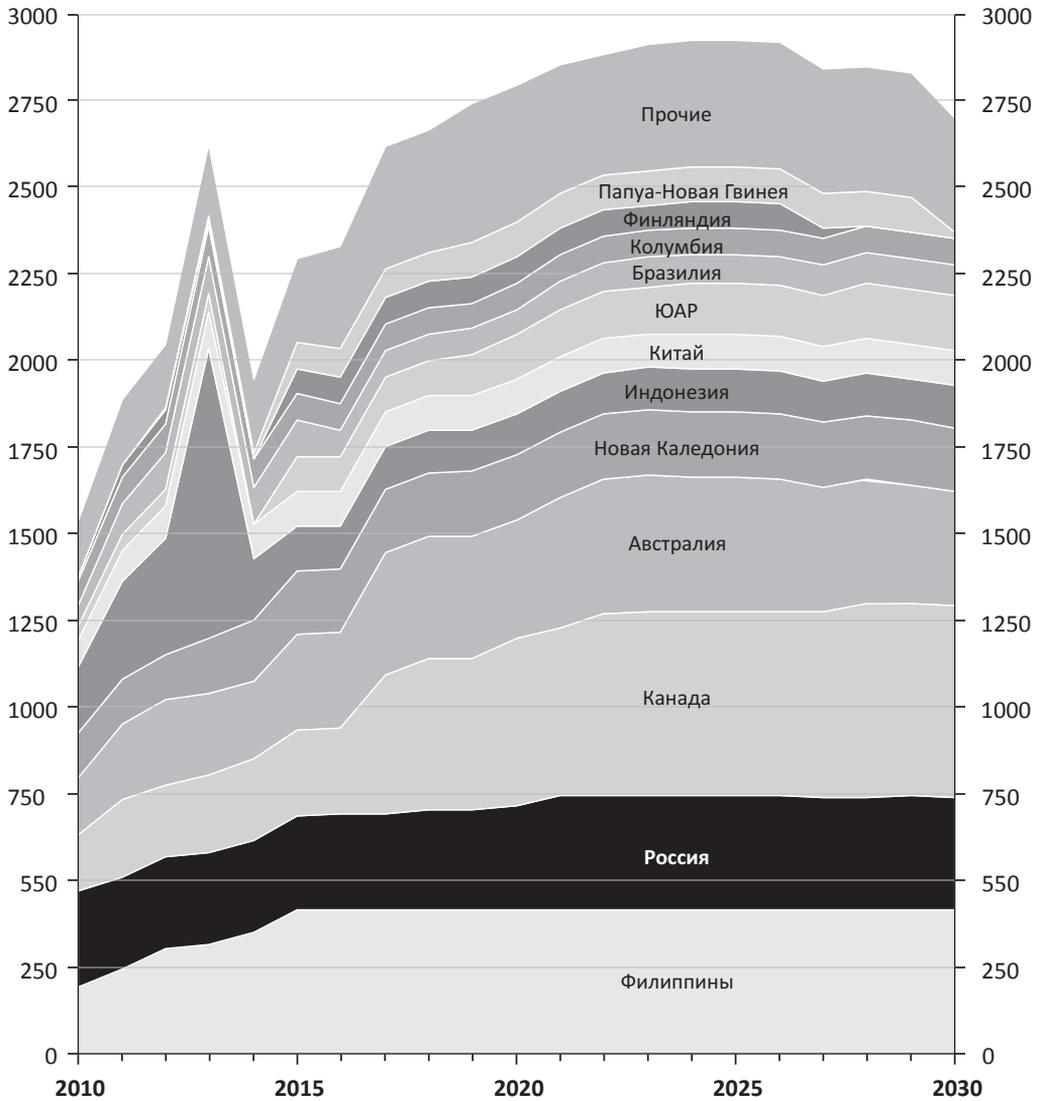


Рис. 6.3 Динамика и прогноз добычи никеля на основе ресурсов стран-производителей в 2010–2030 гг. (по Филиппинам и Китаю использованы статистические данные по стране в целом), тыс. т

Таблица 6.4. Динамика производства никелевых руд и концентратов в мире в 2011–2015 гг., тыс. т в пересчете на металл

	2011	2012	2013	2014	2015
Россия*	270	270	264	264	261
Австралия	215	243,6	234,2	244,7	222,3
Албания	3,4	0,9	2,1	4,9	6,1
Ботсвана	32,4	32,4	30	29,1	23,8
Венесуэла	14,2	8,1	...	5	4,8
Вьетнам	...	...	0,3	6,9	8,6
Гватемала	...	2,4	10,2	46,8	56,4
Доминик.Респ.	13,5	15,2	9,4	...	...
Евросоюз, в т.ч.:	41	44,5	46,1	48,8	36,5
Греция	21,7	22	19,1	21,4	19,6
Испания	...	2,4	7,6	8,6	7,2
Финляндия	19,3	20,2	19,4	18,7	9,7
Замбия	2,5	...	...	...	...
Зимбабве	4,8	4,8	9,7	12,1	10,8
Индонезия	564,4	648,4	834,2	177,1	129,6
Канада	219,6	204,5	223,3	235	234,9
Китай	94,5	103,7	107,2	100	93
Колумбия	57,1	77,9	74,4	62,2	55,5
Куба	72,5	68	55,6	51,6	56,4
Мадагаскар	...	8,4	29,2	40,3	49
Македония	3,6	1,7	...	...	...
Марокко	0,3	0,2	0,2	...	...
Мьянма	...	...	6,1	21	26,4
Новая Каледония	131,1	131,7	163,9	178,1	186,1
Норвегия	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3
П.-Нов.Гвинея	...	5,3	11,4	21	25,6

	2011	2012	2013	2014	2015
Сербия	7,7	4,4	7,6	6,7	6,6
США	...	...	...	4,3	27,2
Турция	1	4,4	1,2	3,2	9,6
Филиппины	319,4	322,4	315,6	443,9	465
ЮАР	39,8	45,9	51,2	55	56,7
<i>Итого</i>	2199,1	2358,2	2595,4	2164,1	2147

По данным: [12, с. 11]

* — по данным отчётов ПАО «ГМК «Норильский никель»»

Структура мировой добычи в последние годы претерпевала значительные изменения. На протяжении многих лет и до 2010 г. включительно безусловным лидером по производству никеля в мире являлась Россия, вторую и третью позицию занимали Канада и Австралия; суммарно эти страны обеспечивали 40–45% мировой добычи ежегодно. Однако в 2011 г. лидирующую позицию заняла Индонезия, за год увеличившая добычу латеритных руд на своей территории в полтора раза. В 2012 г. страна также продемонстрировала заметный рост объемов производства — на 15% относительно предыдущего года. Запрет правительства Индонезии на вывоз никелевой продукции, содержащей менее 4% никеля (это почти весь объём экспортируемой руды), который должен был вступить в силу с января 2014 г. [22], привел к тому, что в 2013 г. добыча никелевых руд в стране выросла еще в 1,5 раза, достигнув 834,2 тыс. т, или почти 32% мирового показателя. В следующем году под действием запрета она снизилась почти впятеро, до 177,1 тыс. т (рис. 6.3), что отбросило Индонезию на шестую строчку в рейтинге ведущих мировых продуцентов никеля, а лидирующую позицию заняли Филиппины.

Филиппины планомерно расширяли разработку латеритных месторождений на своей территории и в 2010 г. стали вторым после России производителем никелевого сырья. Та же политика проводилась и позднее, в результате добыча никеля в стране в 2014 г. выросла относительно 2010 г. почти вдвое, со 190 тыс. т до 322,4 тыс. т в пересчете на металл, составив почти 14% мировой, а благодаря спаду индонезийского производства Филиппины стали ведущим производителем. В 2015 г. выпуск никеля в стране вновь вырос, превысив 465 тыс. т. Согласно оценке, ресурсы только известных

месторождений никеля Филиппин достаточны для сохранения достигнутого уровня добычи как минимум до 2030 г., несмотря на ожидаемое к 2020 г. исчерпание латеритных никелевых руд месторождения Хинатуан. Однако в 2016 г. в стране начались масштабные проверки горнодобывающих предприятий на соответствие стандартам экологической безопасности, в ходе которых приостановлена работа порядка десяти мелких рудников. Процесс на этом не прекратился, что уже в 2016 г. могло привести к сокращению производства примерно на четверть [22]. Тем не менее, Филиппины едва ли уйдут с лидирующих позиций среди стран-производителей.

Объемы производства никеля в России стабильны в течение многих лет и составляют 260–270 тыс. т металла. Месторождения сульфидного медно-никелевого типа Норильского района на севере Красноярского края и Печенгского района в Мурманской области обеспечивают более 95% добычи металла в стране. Разрабатывается несколько объектов латеритного типа, однако добыча на них незначительна.

Среди ведущих производителей никеля Россия с 2012 г. занимает вторую позицию и сохранит ее еще в течение некоторого времени. Однако в дальнейшем рейтинг производителей может поменяться, поскольку в Австралии и Канаде, занимающих в настоящее время третье и четвертое места, увеличение добычи планируется существенно более быстрыми темпами, чем в России. Среди проектируемых предприятий, способных в ближайшей перспективе увеличить отечественную добычу никеля, возможен ввод в строй рудников на месторождениях Кун-Манье в Амурской области и Черногорском в Красноярском крае. Имеются планы освоения Кингашского, Верхнекингашского и южной части месторождения Норильск-1 в Красноярском крае; последнее планируется обрабатывать совместно с Черногорским. Ресурсы российских эксплуатируемых и осваиваемых месторождений достаточны не только для поддержания добычи на текущем уровне, но и для ее увеличения.

Австралия, которая исторически является значимым регионом по добыче никеля, стабильно входит в пятерку лидеров-производителей. В последние годы в стране реализуется целая серия проектов освоения новых месторождений никеля, как латеритных, так и сульфидных медно-никелевых. В период 2010–2014 гг. уже введены в эксплуатацию рудник на месторождении Рейвенсторп годовой мощностью по добыче 48 тыс. т и ряд более мелких, благодаря чему добыча никеля выросла на треть. Наращивание производственных показателей ожидается и в дальнейшем, по крайней мере до 2023 г., поскольку в стране реализуется десять проектов освоения латеритных и сульфидных объектов совокупной проектной мощностью почти 150 тыс. т никеля. Ввод

в эксплуатацию еще девяти месторождений отложен из-за неблагоприятной ситуации на рынке никеля; суммарная мощность запроектированных на них горнодобывающих предприятий составляет около 110 тыс. т.

После 2023 г. возможен некоторый спад добычи никеля в Австралии, обусловленный исчерпанием ресурсов давно эксплуатируемых сульфидных месторождений группы Камбалда, а также недавно запущенного Нова (Nova) и осваиваемого Саванна-Норт (Savannah North), в случае, если после доразведки ресурсы двух последних не увеличатся. Тем не менее, при условии реализации проектов в ожидаемые сроки из недр страны будет извлекаться примерно на 20% больше металла, чем в 2015 г.

В Канаде — единственном из крупных продуцентов — возможно почти двукратное увеличение добычи в случае начала добычных работ на сульфидном медно-никелевом месторождении Дюмон в провинции Квебек. Помимо этого крупного проекта, в стране планируется ввод ряда мелких предприятий по добыче никеля. Если текущая рыночная ситуация не помешает их старту, Канада может стать мировым лидером, увеличив добычу никеля с 235 тыс. т до 530 тыс. т. Выявленная ресурсная база позволит сохранить добычу на этом уровне до 2030 г. и далее.

С момента вступления в силу запрета на вывоз из Индонезии никелевой продукции, содержащей менее 4% никеля, добыча в стране к 2015 г. сократилась до 129,6 тыс. т. Целью запрета было развитие в стране производства полного цикла с выпуском ферроникеля. С момента его обнародования ряд компаний, преимущественно китайских, которые являются основными потребителями никелевого сырья, начали строительство промышленных комплексов по переработке латеритных руд в ферроникель. К концу 2016 г. ожидалось появление 12 перерабатывающих предприятий в дополнение к трём действовавшим — суммарная годовая мощность после ввода в строй всех предприятий составит почти 111 тыс. т [20]. Таким образом, Индонезия в скором времени может стать крупным поставщиком ферроникеля. Добыча никеля в стране в этом случае также увеличится до 200–300 тыс. т для обеспечения сырьём строящихся предприятий [22]. Возможности ресурсной базы никеля Индонезии достаточно велики и позволят сохранить текущие и даже значительно большие объёмы добычи никеля на долгие годы вперед. Даже при условии сохранения максимальной добычи 2014 г. (834,2 тыс. т никеля), исчерпание ресурсной базы наступит не ранее, чем через 25 лет.

Среди продуцентов «второго эшелона» стабильно наращивает добычу никеля Новая Каледония. В 2015 г. в стране добыто более 186,1 тыс. т металла. Эксплуатируется несколько крупных латеритных месторождений;

ресурсный потенциал страны способен обеспечить добычу уровня 2015 г. до конца рассматриваемого периода, и, при необходимости, наращивание производства.

В Китае добыча никеля в 2015 г. составила, по данным *International Nickel Study Group*, 93 тыс. т или около 5% мировой [12, с. 11]. Страна является ведущим продуцентом никелевой продукции в мире, но ее предприятия работают преимущественно на привозном сырье, которое поставляется в основном из стран Тихоокеанского региона — Филиппин, Новой Каледонии, Папуа-Новой Гвинеи, Австралии и некоторых других. При этом Китай не стремится наращивать собственную добычу, хотя возможности его сырьевой базы достаточно велики: по данным Национального статистического бюро, только промышленные запасы (*Ensured Reserves*), заключенные преимущественно в рудах крупных и средних по масштабу сульфидных месторождений, по состоянию на 2013 г. оценивались в 2,5 млн т [16].

В первую десятку стран-продуцентов первичного никеля попадают также ЮАР, благодаря в основном попутному его извлечению при добыче металлов платиновой группы, Бразилия, где основную долю металла обеспечивают латеритные месторождения, и Колумбия, единственное разрабатываемое латеритное месторождение которой — Серро-Матосо — дает ежегодно 50–80 тыс. т никеля. Ресурсные базы этих стран достаточны для поддержания уровня добычи 2015 г. на ближайшие 15 лет.

В обозримом будущем в мире могут появиться новые продуценты никеля. На Соломоновых островах в конце 2016 г. планировалось начать разработку латеритных кор выветривания по проекту Исабел (*Isabel*). На первом этапе руды будут поставляться, предположительно, в Китай без переработки, а через пять лет планируется организовать производство никелевого концентрата. В Танзании в 2017 г. ожидался ввод в строй рудника на сульфидном месторождении Нтака-Хилл (*Ntaka Hill*).

В то же время некоторые страны, входящие в настоящее время в десятку ведущих продуцентов, могут прекратить или значительно сократить добычу никеля. В их числе Финляндия, где к 2028 г. будет исчерпана ресурсная база крупнейшего разрабатываемого месторождения Кевитса, а также Папуа-Новая Гвинея — ресурсы единственного эксплуатируемого месторождения Раму закончатся к 2029 г. Здесь ведется освоение ещё одного латеритного объекта — Вово-Гап (*Wowo Gap*), начать добычу на котором планировалось в 2019 г. Однако это предприятие будет почти впятеро уступать по мощности действующему руднику, а сохранение негативно-го состояния рынка вселяет сомнения в возможности реализации этого проекта. Добыча никеля в результате истощения ресурсной базы может

также прекратиться во Вьетнаме. Испания уже покинула в 2016 г. ряды стран-производителей в результате прекращения добычи на единственном месторождении никеля Агуабланка (Aguablanca) из-за неблагоприятной конъюнктуры рынка.

Прогноз добычи никеля горными компаниями до 2030 г.

Крупнейшими производителями никеля в мире являются семь компаний, добыча металла каждой из которых превышает 100 тыс. т в год. За лидерство соперничают бразильская *Vale S. A.* (287 тыс. т никеля в 2015 г.) и ПАО «ГМК «Норильский никель»» (286 тыс. т).

В активах *Vale S. A.* находятся добывающие предприятия в рудных районах Садбери, Войси-Бей и Томпсон в Канаде, на месторождениях Сороако в Индонезии, Онка-Пума в Бразилии, Вале-Нувель-Каледония в Новой Каледонии (ранее Горо) [23, с. 42]. Компания не публикует данных о своей ресурсной базе и планах по расширению добычных мощностей, тем не менее, можно ожидать, что ресурсный потенциал эксплуатируемых ею объектов достаточно велик, чтобы продолжать производство на текущем уровне до конца рассматриваемого периода (рис. 6.4).

Российская компания ПАО «ГМК «Норильский никель»» является монополистом по добыче и производству никеля в стране, эксплуатируя уникальные месторождения Норильского рудного района (Октябрьское, Талнахское и Норильск-1), а также менее богатые руды Печенгского рудного района. Ее ежегодный объем производства составляет 260–270 тыс. т никеля, извлекаемого из недр; сокращение производства в 2015 г. было вызвано модернизацией оборудования плавильного и обжигового цехов на Никелевом заводе компании в Красноярском крае [3, с. 66]. По данным компании, планируется увеличение мощности по добыче некоторых рудников в Норильском районе, что приведет к росту добычи никеля до 307 тыс. т к 2024 г. [3, с. 78–82]. Объем ресурсной базы позволяет рассчитывать на сохранение такого уровня производства не менее чем в пятнадцатилетней перспективе. Это позволит компании вернуть позицию мирового лидера на рынке никеля, каким она являлась в течение многих лет.

Добыча компании *Nickel Asia Corp.*, эксплуатирующей ряд латеритных месторождений на Филиппинах, за 2015 г. составила 156 тыс. т никеля [17, с. 30–33]. Ресурсная база компании способна обеспечить поддержание текущего уровня добычи до 2020 г. Далее возможно сокращение добычи на 15% в результате исчерпания ресурсов месторождения Хинатуан.

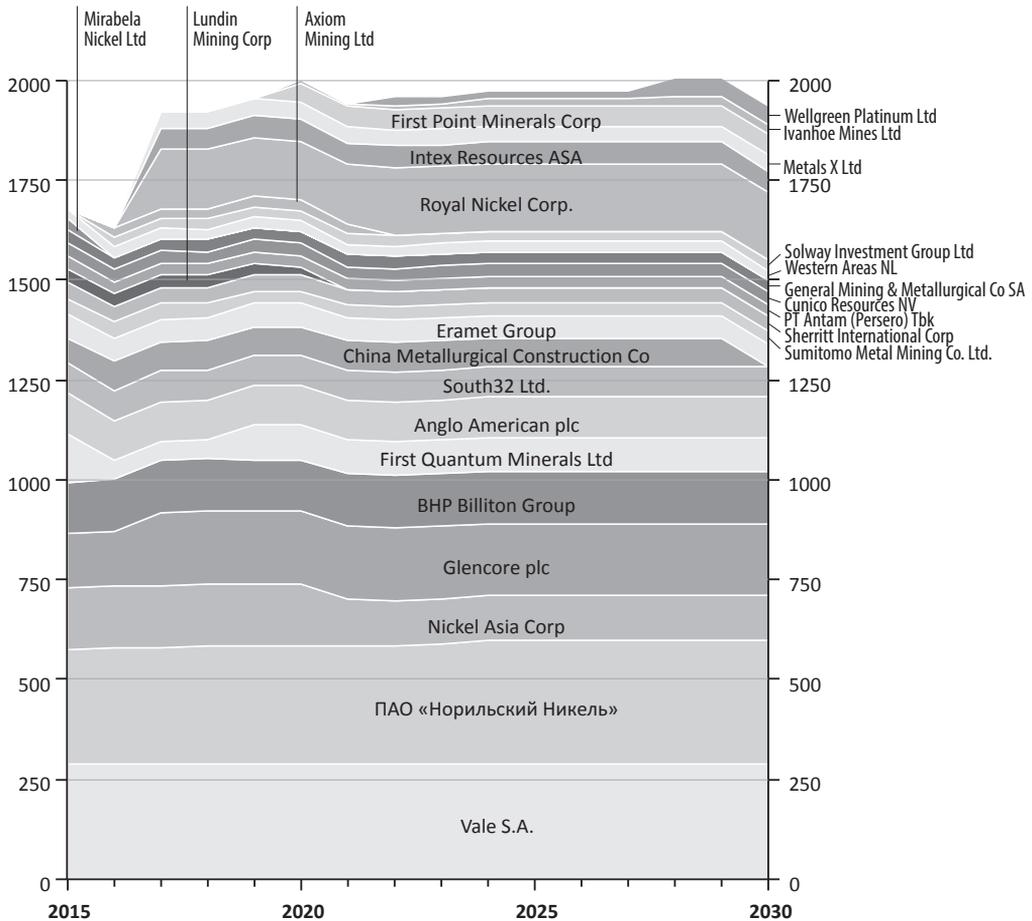


Рис. 6.4 Прогноз добычи никеля на основе ресурсов, находящихся в распоряжении ведущих добывающих компаний, в 2015–2030 гг., тыс. т (без месторождений Китая)

В первую пятерку крупнейших компаний также входит международный горно-металлургический гигант *Glencore plc*, ведущий разработку никелевых месторождений в Австралии (Муррин-Муррин), Канаде (Раглан, Садбери) и Эланд-Платинум (Eland Platinum) в ЮАР. За 2015 г. добыча составила, по оценкам автора, около 135 тыс. т никеля [11, с. 53]. В активах компании находится месторождение Кабанга в Танзании, на котором начало производства намечалось на 2017 г. Ввод в строй добывающего предприятия на нем позволит увеличить суммарную добычу холдинга почти на 35%.

Другой промышленный гигант, *BHP Billiton Group* ведёт разработку группы латеритных месторождений Никел-Уэст в Австралии, где за 2015 г.

было извлечено около 130 тыс. т металла [5, с. 97]. Их ресурсная база позволит сохранить добычу компании на текущем уровне не менее чем до 2030 г.

Канадская компания *First Quantum Minerals Ltd.* в 2015 г. получила 139 тыс. т никеля, которые складывались из добычи на месторождениях Кевитса в Финляндии и Рейвенсторп в Австралии [8, с. 38]. Однако в 2016 г. рудник Кевитса был продан компании *Boliden Group* [9], что сократило добычу *First Quantum* почти на две трети. Частично восполнить ее позволит запуск в эксплуатацию месторождения Энтерпрайз (Enterpraise) в Замбии; после выхода рудника на полную мощность в 2019 г. добыча никеля компании может составить 85 тыс. т.

Среди компаний, добыча никеля которых превышает 100 тыс. т, находится также международный гигант *Anglo American plc.* Половину металла компания добывает на месторождении Барру-Алту в Бразилии, другую половину — дочерняя структура холдинга *Anglo American Platinum Ltd.* получает попутно при добыче платиноидов на месторождениях ЮАР [4, с. 184]. Ресурсная база всех этих объектов достаточна для продолжения эксплуатации в течение следующих 15 лет и далее.

В ближайшее время ряд ведущих продуцентов может пополниться новым игроком — канадской компанией *Royal Nickel Corp.*, планирующей запуск гигантского никелевого рудника Дюмон в канадской провинции Квебек. Его производственная мощность к 2022 г. достигнет почти 170 тыс. т никеля в руде, что позволит компании составить конкуренцию таким крупным производителям, как *Nickel Asia Corp.* и *Glencore plc.* Ее ресурсная база достаточна для поддержания заявленной мощности до конца рассматриваемого периода.

Прогноз добычи никеля на эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях до 2030 г.

В целом эксплуатируемые в настоящее время месторождения никеля мира, даже с учетом увеличения мощностей, планируемого на некоторых действующих производствах, с каждым годом будут давать все меньше металла (Рис. 6.5). До 2026 г. темпы снижения будут незначительными, однако, затем, с исчерпанием ресурсной базы ряда объектов, спад ускорится. В результате к 2030 г. эксплуатируемые месторождения дадут почти на 20% меньше металла, чем сегодня.

Взрывной рост спроса на никель со стороны Китая в предыдущем десятилетии привел к появлению множества проектов освоения новых месторождений, прежде всего латеритных, хотя сульфидные медно-никелевые

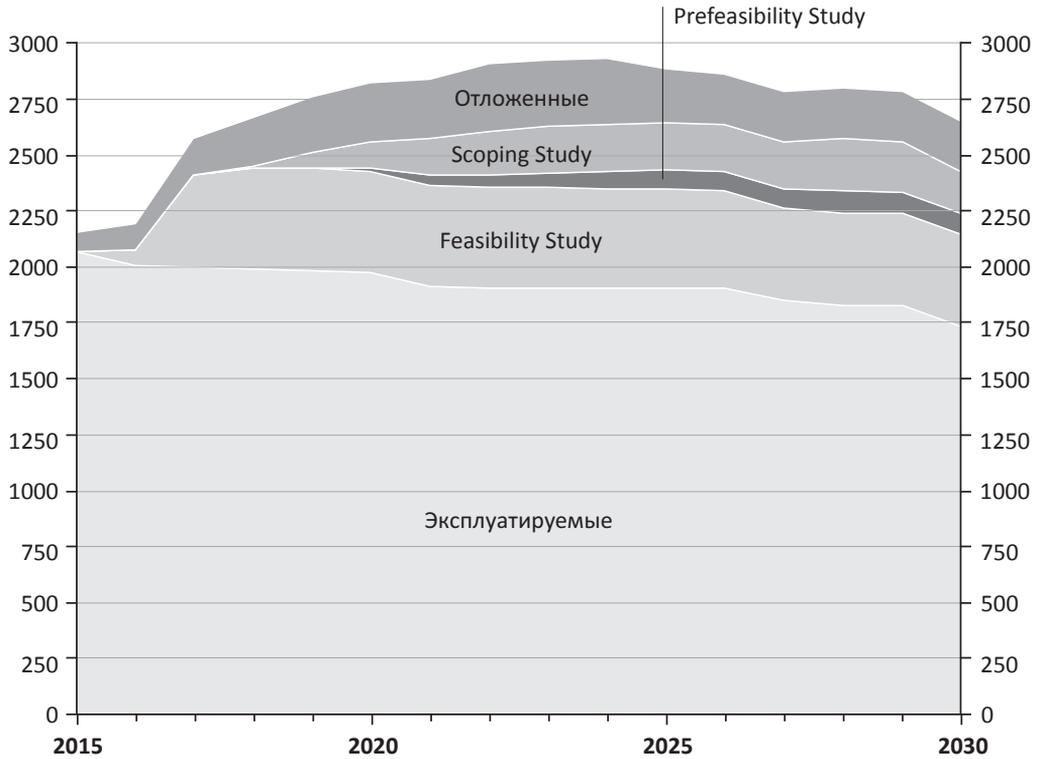


Рис. 6.5 Прогноз добычи никеля на основе ресурсов эксплуатируемых и осваиваемых месторождений в 2015–2030 гг., тыс. т (без месторождений Китая)

объекты также начали активно осваиваться. Однако, начиная с 2012 г., цена на никель, как и на все биржевые сырьевые товары, снижалась и начале 2016 г. и обновила минимум за 2008–2016 гг. (рис. 6.6). При столь низких ценах большинство действующих производств работало в убыток. По этой причине к середине 2016 г. были закрыты три средних по масштабу действующих предприятия: Санта-Рита (Santa Rita) в Бразилии, эксплуатируемое компанией *Mirabela Nickel Ltd.*, на котором за 2015 г. добыто 28 тыс. т никеля [17], Саванна (*Savannah*) в Австралии компании *Panoramic Resources Ltd.* годовой мощностью 10 тыс. т никеля [20, с. 1] и единственный в Испании рудник на месторождении Агуабланка компании *Lundin Mining Corp.* мощностью 10 тыс. т в год [15, с. 42].

Рыночная ситуация оказалась крайне неблагоприятной для реализации запланированных проектов. На большинстве проектируемых предприятий по добыче никеля финансово-экономические оценки базировались на более высокой цене на металл, в результате многие из них перестали быть рен-

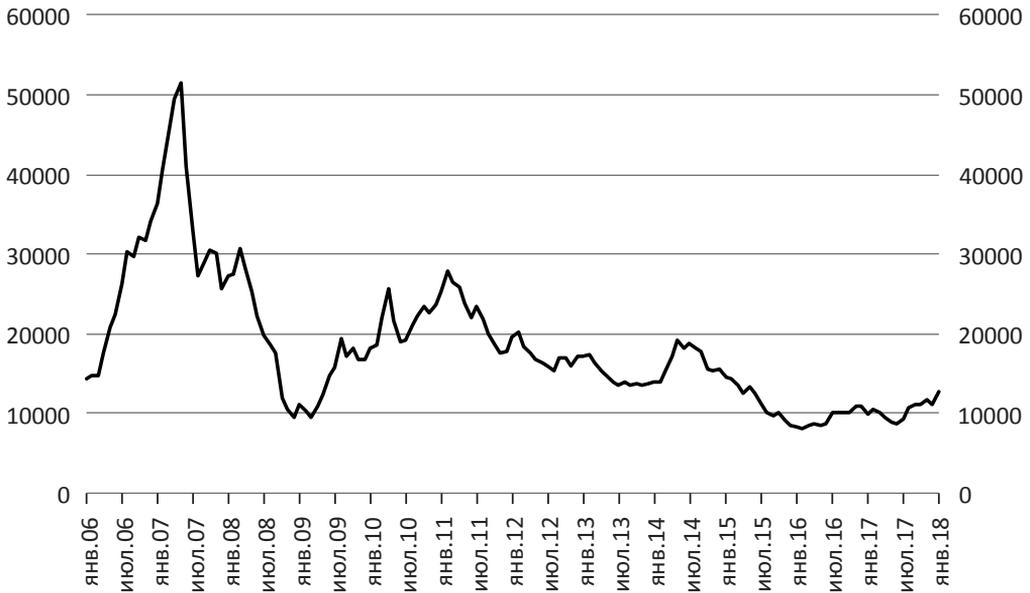


Рис. 6.6 Динамика среднемесячных цен на рафинированный никель на Лондонской бирже металлов в 2006–2017 гг. и январе 2018 г., долл./т

табельными и были заморожены или отложены на неопределенный срок. Число таких проектов к концу 2015 г. достигло 18. Среди отложенных до улучшения ситуации на рынке сырья особо стоит отметить крупный проект Веда-Бей в Индонезии компании *Eramet Group*, начало добычи на котором планировалось на 2019 г., выход на проектную годовую мощность в объеме 75 тыс. т никеля — на 2022 г. [8, с. 22]. Суммарная добыча на месторождениях, освоение которых приостановлено, при условии их реализации в срок могла бы составить до 305 тыс. т никеля (12% мировой добычи).

Тем не менее, реализация значительного числа проектов разного масштаба по освоению новых месторождений никеля продолжается, количество их превышает три десятка. При условии успешного завершения имеющихся на сегодня проектов освоения новых никелевых объектов его добыча в середине следующего десятилетия могла бы оказаться почти на 450 тыс. т больше, чем в 2015 г. Мировая ресурсная база никеля достаточно велика, чтобы обеспечить такой и даже больший рост объемов металла, извлекаемого из недр.

Среди осваиваемых месторождений наиболее близки к вводу в эксплуатацию проекты, находящиеся на стадии технико-экономической оценки (*feasibility study*). Количество таких проектов достигает почти полутора

десятков. Старт добычных работ на проектах небольшого масштаба в 2015–2016 гг. лишь компенсировал сокращение производства на разрабатываемых месторождениях. Но ожидавшийся еще в 2016–2017 г. ввод в строй сразу семи новых рудников — крупнейшего в мире Дюмон в Канаде, крупных Миндоро на Филиппинах, Кабанга в Танзании, Феникс в Гватемале, Уинджеллина и Нова в Австралии, Исабел на Соломоновых островах способен после выхода их на полную мощность увеличить объем добываемого в мире никеля сразу почти на 380 тыс. т или 20% относительно уровня 2015 г.

Объекты, находящиеся на стадии предварительного технико-экономического анализа (prefeasibility study) и предварительной финансово-экономической оценки (preliminary economic assessment или scoring study), в совокупности могут обеспечить добычу еще чуть более 200 тыс. т никеля. При этом они характеризуются меньшей изученностью (на многих из них пока не оценены промышленные запасы) и в большей степени подвержены рискам конъюнктурного характера, а сроки их завершения в большинстве случаев отнесены на начало следующего десятилетия. Существенного влияния на развитие отрасли в ближайшей перспективе они не окажут.

Драматические события последних лет, происходившие на рынке никелевого сырья (запрет на экспорт руды из Индонезии, ограничения на добычу в Филиппинах и др. [4]), привели к возникновению некоторого дефицита металла (рис. 6.7); он сохранился и в 2017 г., что обусловило небольшой рост цен на никель. Однако уже в ближайшем будущем дефицит может вновь смениться избытком предложения никеля, связанным с выходом на проектную мощность крупных рудников, способных увеличить мировую добычу сразу на 17%. Запуск ряда проектов ожидался в 2017–2018 гг., но по причине слабой конъюнктуры рынка ни один не был завершен — сроки их реализации постоянно переносятся в ожидании улучшения ситуации на рынке. Начало добычи на любом из крупных проектируемых предприятий, например, Дюмон в Канаде, может вновь привести рынок в состояние профицита и спровоцировать спад цен, тем самым поставив под вопрос возможность реализации остальных никелевых проектов.

Тем не менее, часть проектов, близких к завершению, вероятно, будет реализована, что обеспечит рост добычи металла в период до 2026 г. Поставлять металл будут как сульфидные медно-никелевые, так и латеритные никель-кобальтовые месторождения в сопоставимых объемах. В дальнейшем возможно сокращение производства, обусловленное исчерпанием сырьевых баз некоторых месторождений, однако оно составит не более 10% достигнутых «пиковых» значений и, как ожидается, добыча никеля в 2030 г. будет выше, чем в 2015 г.

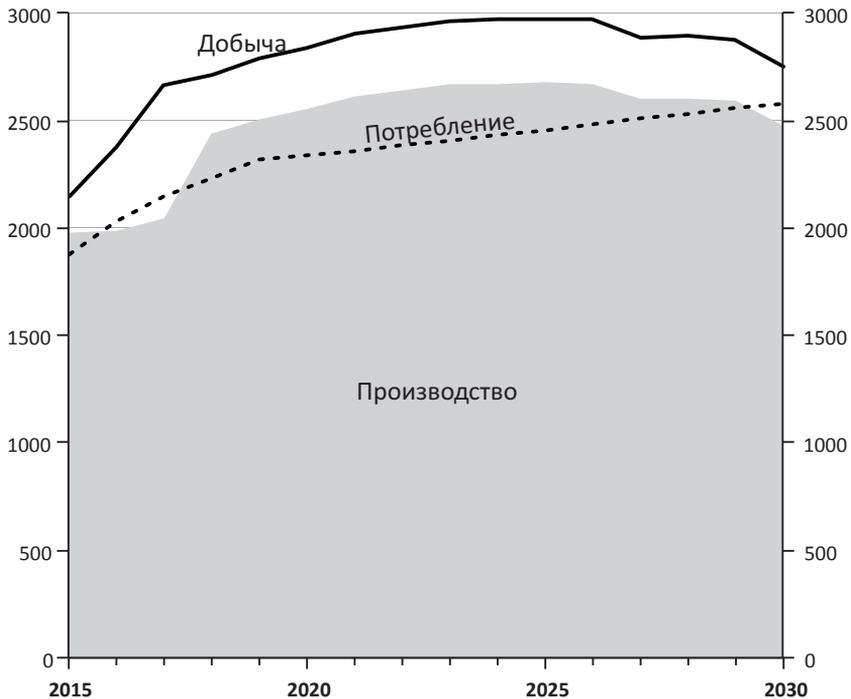


Рис. 6.7 Потребление и производство рафинированного никеля, добыча металла из недр в 2015–2017 гг. и прогноз на 2018–2030 гг., тыс. т

В результате ввода в строй новых масштабных добывающих предприятий в расстановке компаний-лидеров могут произойти существенные изменения и появиться новые крупные игроки.

В этих условиях Россия имеет возможность укрепить свое положение на мировом рынке никеля. Основные перспективы роста его добычи связываются с реализацией двух крупных проектов в Красноярском крае — сооружения крупного предприятия по добыче и переработке сульфидных руд на базе Черногорского месторождения с последующим расширением производства за счёт вовлечения в эксплуатацию Масловского и южной части месторождения Норильск-1, а также освоением единым предприятием Кингашского и Верхнекингашского месторождений открытым способом. Однако начало работ по первому проекту ожидается не ранее 2020 г., а сроки реализации второго пока не определены. Это означает, что Россия к 2030 г. может стать лишь третьим или четвертым по значимости производителем никеля в мире, пропустив вперед Канаду и, возможно, Австралию.

Серьезное давление на возможность вовлечения российских месторождений в освоение оказывает доминирование на отечественном рынке компании ПАО «ГМК «Норильский никель»». Уникальность эксплуатируемых

холдингом объектов и разработка преимущественно богатых участков руд позволяет поддерживать производство на высоком уровне. Благодаря тому, что компания не несет значительных капитальных затрат, на себестоимость выпускаемой ею продукции основное влияние оказывает величина эксплуатационных расходов, что обеспечивает ее низкий уровень. Разумеется, новые проекты, требующие значительных инвестиций в строительство предприятий и инфраструктуры, особенно, если проектом предусматривается полный цикл переработки, конкурировать по этому параметру с действующим предприятием не могут, тем более в условиях неблагоприятной конъюнктуры рынка.

Еще одним отрицательным фактором является избыток никеля на мировом рынке, который наблюдался в последние годы и прогнозируется в дальнейшем. Это обстоятельство не позволяет российским недропользователям обеспечить проектируемые ими предприятия долгосрочными контрактами на закупку продукции, будь то концентрат или продукты более высоких стадий передела. Внутренний спрос на них в России незначителен и не может обеспечить достаточного рынка сбыта.

Таким образом, сроки освоения новых отечественных месторождений напрямую зависят от повышения мирового спроса на металл. Россия сохранит положение одного из ведущих продуцентов, но перестройка мирового никелевого рынка может выдвинуть вперед новых крупных продуцентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Игневская Л. В. Тенденции развития никелевой промышленности: мир и Россия. — М.: Научный мир, 2009. — 268 с. 2009
2. Налдретт А. Дж. Магматические сульфидные месторождения медно-никелевых и платинометалльных руд. Санкт-Петербург. 2003
3. Норильский никель. Годовой отчет ПАО «ГМК «Норильский никель»» за 2015 год. 14.06.2016
4. Anglo American. Annual Report 2015. 14.03.2016
5. BHP Billiton. Annual Report 2015. 2015
6. EITI (The Extractive Industries Transparency Initiative). The 2nd PH-EITI Report (FY2013). 2015, December
7. ERAMET. Registration Document 2015. 2016
8. First Quantum Minerals Ltd. Annual Information Form as at December 31, 2015. 30.03.2016
9. First Quantum Minerals Ltd. Media Release. First Quantum Minerals Announces the Sale of Its Kevitsa Mine for US\$712 Million to Boliden. 10.03.2016
10. Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources Table 1. Preliminary as at December 2015. 2016
11. Glencore plc. Annual Report 2015. 08.03.2016
12. International Nickel Study Group. World Nickel Statistics. Yearbook. Vol. XXV. 2016, November
13. Lundin Mining Corp. Annual Information Form for the Year Ended December 31, 2015. 30.03.2016

14. Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2015 China Mineral Resources. 2015, October
15. Mirabela Nickel Ltd. Press Release. Operational Update (19.02.2016). 19.02.2016
16. National Bureau of Statistics of China. China Statistical Yearbook 2015. 2015
17. Nickel Asia Corp. Annual Report 2015. 2016.
18. Panoramic Resources Ltd. ASX Announcements. Update on Savannah, Savannah North and Gidgee. 26.02.2016
19. Royal Nickel Corp. Dumont Project. Project Summary. 2013
20. Shanghai Metals Market. News. SMM Update of Chinese NPI Projects in Indonesia in November. 23.11.2016
21. SNL. Jinchuan. Reserves & Resources. 21.06.2017
22. Thompson Reuters. News. Nickel caught between shifting Indonesian and Philippine supply trends: Andy Home. 27.09.2016
23. Vale S.A. Form 20-F. Annual Report for the fiscal year ended: December 31, 2015. 2016



СВИНЕЦ

Прогноз добычных возможностей эксплуатируемых и осваиваемых месторождений свинца составлен на основе анализа данных о запасах, ресурсах, фактической и проектируемой добыче (производстве) этого металла на более чем 320 российских и зарубежных объектах, включая сведения о большинстве эксплуатируемых месторождений и наиболее значимых проектируемых добывающих предприятиях мира. Следует отметить, что наряду с конкретными месторождениями в некоторых случаях анализировались данные по группам месторождений, рассматриваемым как единый производственный комплекс. Для России учтены все объекты с запасами свинца, фигурирующие в Государственном балансе запасов полезных ископаемых Российской Федерации.

Полнота проанализированных данных оценивалась по доле свинца, добываемого на объектах, участвовавших в анализе, в совокупном мировом производстве металла. В 2015 г. добыча свинца в мире, по данным International

Lead and Zinc Study Group (ILZSG), составила 4,8 млн т [14]. На объектах, вошедших в выборку, в том же году добыто около 2,9 млн т, таким образом, в анализе участвовали количественные данные по эксплуатируемым объектам, обеспечившим более 60% мировой добычи свинца в 2015 г. Неполнота данных связана с тем, что около половины свинца обывают китайские производители, доступная информация о деятельности которых крайне ограничена. Для оценки добычных возможностей могли быть использованы данные только по семи разрабатываемым и четырем осваиваемым объектам, работы на которых ведут иностранные компании, либо китайские, действующие по международным стандартам и публикующие отчеты о своей деятельности; на эти месторождения приходится около 5% добычи свинца Китая. Детальных сведений об остальных разрабатываемых месторождениях в открытом доступе нет, поскольку предприятия горнорудного сектора в КНР в подавляющем большинстве не публикуют ни статистики по объемам производства, ни данных о своей сырьевой базе. В связи с этим в ряде случаев для анализа использованы статистические данные по запасам, ресурсам и добыче свинца Китая в целом.

Кроме того, отчеты государственных статистических служб и горнодобывающих компаний Бразилии, Перу, Индии, Македонии, Сербии, Казахстана также в большей части не являются публичными, в связи с чем в анализе добычных возможностей этих стран существенную роль играла экспертная оценка.

Мировая сырьевая база свинца в основном представлена комплексными месторождениями свинцово-цинковых сульфидных руд, как правило, содержащих и другие полезные компоненты: медь, серебро, золото и др. Хотя оба металла могут выступать как в роли главного (или одного из главных), так и попутного компонента, ведущим полезным ископаемым чаще является цинк; на некоторых месторождениях добытый из недр свинец в концентрат не извлекается. По условиям образования, морфологии рудных тел, вещественному составу руд и их технологическим свойствам выделяются пять геолого-промышленных типов месторождений свинца и цинка:

- медно-свинцово-цинковый колчеданный в терригенных породах;
- свинцово-цинковый стратиформный в карбонатных породах;
- полиметаллический жильный (в том числе со скарнами) в различных породах;
- колчеданно-полиметаллический в осадочно-вулканогенных породах;
- медноколчеданный в осадочно-вулканогенных породах.

Подробное описание ведущих геолого-промышленных типов месторождений свинца и цинка приводится в разделе, посвященном цинку.

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ СВИНЦА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ВЕДУЩИХ ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ТИПОВ ДО 2030 г.

В настоящее время большая часть свинца добывается на медно-свинцово-цинковых колчеданных месторождениях в терригенных породах и полиметаллических жильных (в том числе со скарнами) объектах. Существенно меньшее количество извлекается на колчеданно-полиметаллических и медноколчеданных месторождениях в осадочно-вулканогенных породах и стратиформных свинцово-цинковых в карбонатных породах (рис. 7.1). Следует отметить, однако, что иностранные компании редко публикуют информацию о геологическом строении, генезисе и типизации осваиваемых или эксплуатируемых ими объектов, сосредоточиваясь прежде всего на экономической эффективности их эксплуатации. Поэтому составить представление о принадлежности месторождения к конкретному геолого-промышленному типу не всегда возможно. Еще более сложно это сделать для месторождений Китая. В анализ добычных возможностей геолого-промышленных типов месторождений свинца вошли только объекты, сведения о которых достаточны, чтобы определить его тип с той или иной степенью уверенности.

На основании этих данных можно заключить (рис. 7.1), что существующее в настоящее время соотношение геолого-промышленных типов месторождений к концу текущего десятилетия может претерпеть определенные изменения, связанные с вероятным увеличением значимости в мировой добыче свинца стратиформных месторождений в карбонатных породах. В 2015 г. их доля в мировой добыче составляла всего около 7%, а в 2016 г. она еще более сократилась из-за закрытия в 2015 г. рудника на месторождении Лишин (Lisheen) в Ирландии в связи с истощением его ресурсов. Еще одной причиной спада добычи на месторождениях этого типа стала временная консервация рудника на австралийском месторождении Леди-Лоретта (Lady Loretta), отработка которого велась с 2012 г. Приостановка деятельности предприятия была вызвана низкими мировыми ценами на добываемые на нем металлы.

В то же время в мире осваивается целый ряд стратиформных месторождений в карбонатных породах, в том числе крупных. Среди них — такие объекты, как Гамсберг (Gamsberg) в ЮАР, Дугалд-Ривер (Dugald River) в Австралии, Лик (Lik) в США. На 2018 г. запланирован перезапуск рудника на месторождении Шалкия в Казахстане, а на 2020 г. — предприятия на

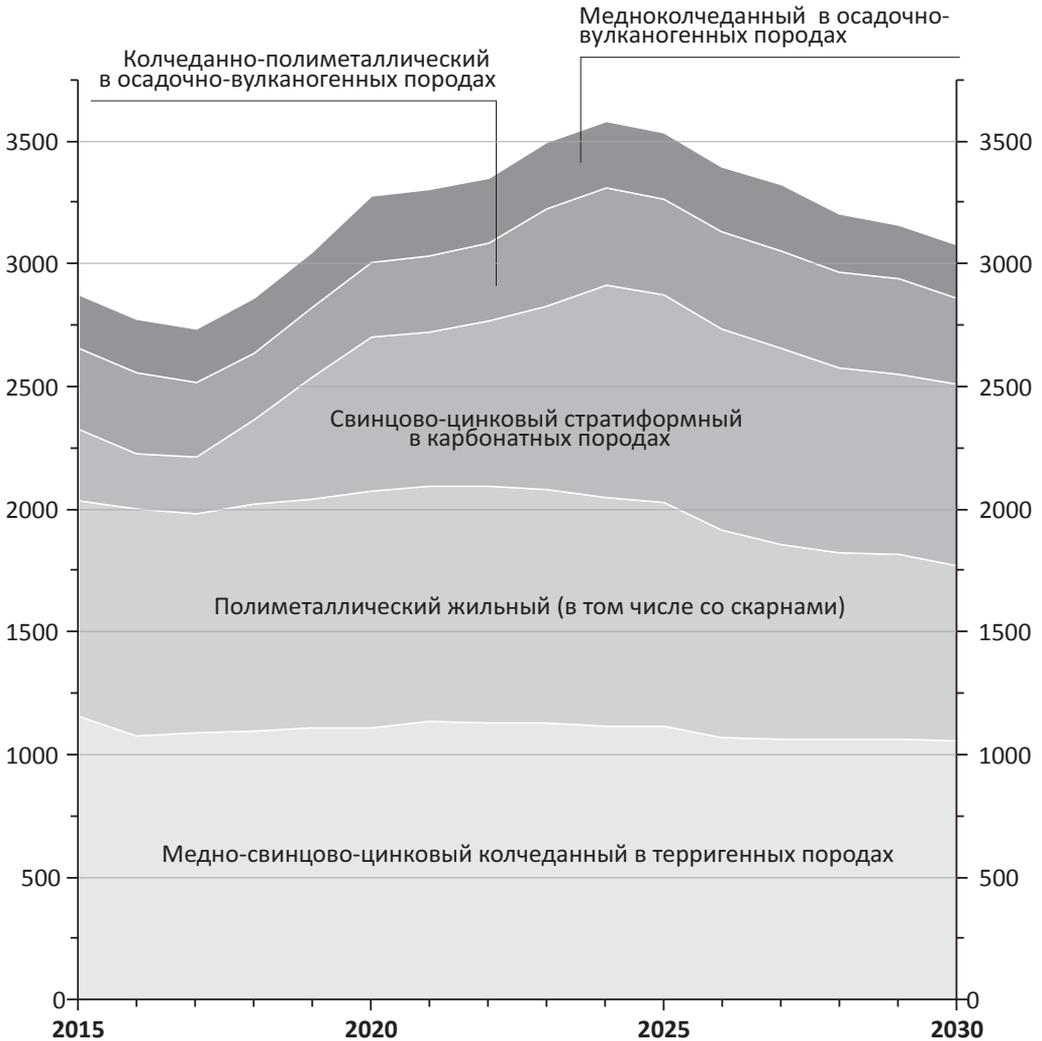


Рис. 7.1 Прогноз добычи свинца на основе ресурсов месторождений различных геолого-промышленных типов в мире в 2015–2030 гг., тыс. т

ранее обрабатываемом месторождении Пайн-Поинт (Pine Point) в Канаде. В 2022 г. может стартовать рудник еще на одном гигантском объекте Селуин (Selwyn) в Канаде, где, согласно предварительным оценкам, будет добываться до 200 тыс. т свинца в год. В середине следующего десятилетия может быть введено в эксплуатацию российское Павловское месторождение в Архангельской области (арх. Новая Земля) с плановой добычей около 36 тыс. т свинца в год. К концу 2020-х годов ожидается начало разработки гигантского месторождения Мехдибад (Mehdiabad) в Иране, на котором после выхода рудника

на полную производственную мощность будет добываться более 210 тыс. т свинца в год. Могут быть введены в строй рудники и на более мелких месторождениях Бонгара (Bongara) в Перу, Леннард-Шелф (Lennard Shelf) в Австралии, Сьерра-Мохада (Sierra Mojada) в Мексике и других. В случае успешной реализации этих проектов добыча свинца на свинцово-цинковых стратиформных месторождениях в карбонатных породах в середине следующего десятилетия может превысить уровень текущей добычи более чем в 2,5 раза. Однако позднее добыча свинца на объектах этого типа, вероятно, несколько снизится из-за истощения ресурсов разрабатываемых месторождений Наван (Navan) в Ирландии, Поможаны (Pomorzany) в Польше, Стратони (Stratoni) в Греции, а также осваиваемых Бонгара, Гамсберг и некоторых других. Тем не менее, к 2030 г. доля стратиформных свинцово-цинковых месторождений в карбонатных породах может вырасти почти до 25%.

Роль месторождений ведущих на сегодняшний день промышленных типов — медно-свинцово-цинковых колчеданных в терригенных породах и полиметаллических жильных (в том числе со скарнами) — будет снижаться, причем не только из-за роста значимости стратиформных объектов в карбонатных породах, но и по мере истощения ресурсов эксплуатируемых в настоящее время месторождений. Добыча свинца на медно-свинцово-цинковых колчеданных объектах в терригенных породах немного сократилась уже в 2016 г. в связи с истощением запасов крупного месторождения Сенчери (Century) в Австралии. К 2030 г. на этих объектах будет добываться лишь примерно 34% суммарного объема свинца против почти 40% в 2015 г.

Доля полиметаллических жильных (в том числе со скарнами) объектов уменьшится с 31% до 23%. Начало эксплуатации таких месторождений, как Пулакайо (Pulacayo) в Боливии, Питаррилья (Pitarrilla), Сан-Фелипе (San Felipe), Сан-Хулиан (San Julian) в Мексике, Корани (Corani), Санта-Ана (Santa Ana) и Тамбомайо (Tambomaño) в Перу не сможет компенсировать истощения ресурсов целого ряда ныне эксплуатируемых месторождений, в том числе Эль-Агуила (El Aguila), Ла-Паррилья (La Parrilla) и Саусито (Saucito) в Мексике, Хиера (Hera) в Австралии, Галена (Galena) в США, Боливар (Bolivar) в Боливии, Учукчакуа (Uchucchacua), Яурикоча (Yauricocha), Альпамарка (Alpamarca) и Чунгар (Chungar) в Перу и др.

Добыча свинца на колчеданно-полиметаллических и медноколчеданных месторождениях в осадочно-вулканогенных породах сохранится практически на существующем уровне. До конца текущего десятилетия могут быть истощены ресурсы медноколчеданных месторождений Хулькани (Julcani) в Перу, Голден-Гров (Golden Grove) в Австралии, полиметаллических Ла-Энкантада (La Encantada) в Мексике, Риддер-Сокольное в Казахстане; а также

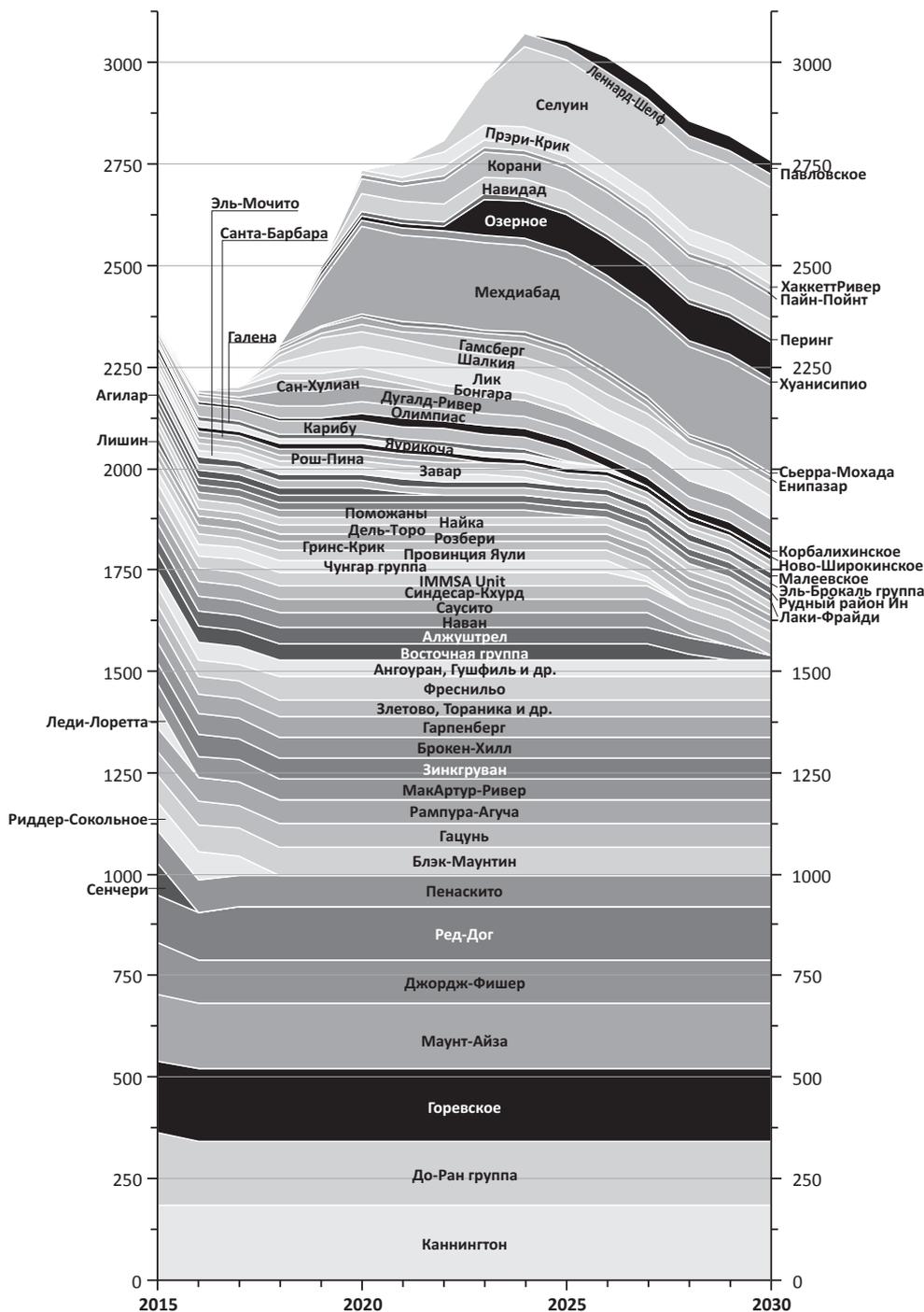


Рис. 7.2 Прогноз добычи свинца на основе ресурсов важнейших месторождений мира в 2015–2030 гг., тыс. т

российских Талганского, Зареченского и Степного месторождений. Однако это может быть полностью компенсировано, прежде всего, пуском крупного горнодобывающего предприятия проектной мощностью 90 тыс. т свинца в год на российском Озерном колчеданно-полиметаллическом месторождении в Республике Бурятия, а также нескольких более мелких — Енипазар (Yenipazar) в Турции, Кемпфилд (Kempfield) в Австралии и Талсекуа-Чиф (Tulsequah Chief) в Канаде, а также Подольском медноколчеданном в России.

Прогноз добычи свинца на важнейших месторождениях мира до 2030 г.

Примерно половину мировой добычи свинца (в 2015 г. — 2360 тыс. т) обеспечивают около пяти десятков эксплуатируемых месторождений (групп месторождений), на которых действуют предприятия годовой производительностью по добыче более 10 тыс. т свинца; при этом более 20% суммарного объема металла добывается всего на шести объектах — Каннингтон (Cannington), Джордж-Фишер (George Fisher) и Маунт-Айза (Mount Isa) в Австралии, Горевском в России, Ред-Дог (Red Dog) и группе месторождений До-Ран (Doe Run) в США; добыча на каждом из них превышает 100 тыс. т в год (рис. 7.2). Ресурсная база всех этих месторождений достаточна, чтобы продолжать добычу на достигнутом уровне в течение многих лет и сохранять лидерство по добыче свинца в мире как минимум до 2030 г.

Возможно, что в реальности доля крупных предприятий больше, так как в анализе учтены не все месторождения Китая.

В то же время роль месторождений, на которых действуют рудники с годовой мощностью от 50 до 120 тыс. т свинца, уже начала снижаться. Прежде всего, это связано с исчерпанием ресурсов медно-свинцово-цинкового колчеданного месторождения в терригенных породах Сенчери в Австралии, в связи с чем рудник на нем был закрыт, и ожидаемым в 2018 г. истощением сырьевой базы Риддер-Сокольного колчеданно-полиметаллического месторождения в осадочно-вулканогенных породах в Казахстане. Кроме того, мировая промышленность не досчитается еще около 60 тыс. т свинца в год, которые могли бы быть добыты на свинцово-цинковом стратиформном месторождении в карбонатных породах Леди-Лоретта в Австралии, где добычные работы приостановлены из-за низких цен на добываемые металлы. Некоторые другие продуценты в 2016 г. по этой причине также намерены были сократить добычу, в том числе на крупных предприятиях — Джордж-Фишер в Австралии и До-Ран в США.

Однако, уже начиная с 2018 г., спад производства в мире мог смениться заметным его ростом. К этому времени планировалось начало эксплуатации ряда перспективных осваиваемых объектов; среди них — уникальное по масштабу свинцово-цинковое стратиформное месторождение в карбонатных породах Мехдибад в Иране, на котором планируется добывать более 210 тыс. т свинца в год, колчеданно-полиметаллические в осадочно-вулканогенных толщах Озерное в России (90 тыс. т) и Енипазар в Турции (15 тыс. т), жильное полиметаллическое Корани в Перу (60 тыс. т), стратиформные Лик в США (50 тыс. т) и Дугалд-Ривер в Австралии (40 тыс. т). Кроме того, возможно возобновление добычи на ранее эксплуатируемом стратиформном месторождении Шалкия (Казахстан). При благоприятном развитии ситуации на рынке в 2019–2020 гг. могут вступить в строй рудники на давно подготавливаемых к эксплуатации месторождениях медно-свинцово-цинковом колчеданном в терригенных породах Перинг (Pering) в ЮАР и стратиформном Пайн-Поинт в Канаде, на каждом из них может добываться более 10 тыс. т свинца в год.

Дополнительный вклад в добычу металла сможет внести выход на полную мощность уже стартовавших ранее добывающих предприятий проектной мощностью от 20 до 30 тыс. т свинца ежегодно — на жильном полиметаллическом месторождении Сан-Хулиан в Мексике, стратиформном в карбонатных породах Олимпиас (Olympias) в Греции и колчеданно-полиметаллическом Корбалихинском в России.

Добыча на гигантском канадском свинцово-цинковом стратиформном месторождении Селуин может начаться в 2022 г. и после выхода его на проектную мощность достигнуть 200 тыс. т свинца ежегодно. В начале следующего десятилетия могут быть введены еще несколько более мелких объектов. Это позволит сохранить положительную тенденцию не менее чем до 2025 г. Однако затем прогнозируется спад добычи, обусловленный исчерпанием ресурсной базы некоторых из ныне эксплуатируемых объектов — Восточной группы колчеданно-полиметаллических месторождений в Казахстане, группы жильных полиметаллических месторождений Чунгар в Перу, свинцово-цинкового стратиформного месторождения в карбонатных породах Наван в Ирландии, жильного полиметаллического Саусито (Saucito) в Мексике, медно-свинцово-цинкового колчеданного в терригенных породах Карибу (Caribou) в Канаде, а также ряда более мелких объектов.

Всего в мире за пределами Китая в настоящее время реализуется более пяти десятков проектов освоения новых месторождений с ресурсами свинца, на которых проектируются добывающие предприятия различной годовой

мощности — от 1 до 210 тыс. т; наиболее значимые из них приведены в таблице 7.1. Если все они будут успешно завершены, после выхода рудников на полную мощность на них ежегодно будет добываться более 1 млн т свинца.

В этом случае список ведущих по добыче свинца месторождений может пополниться двумя гигантскими объектами — Мехдибад в Иране и Селуин в Канаде, а объем извлекаемого на них металла к 2030 г. может вырасти на 40%. В то же время действующие сегодня предприятия «второго эшелона» к 2030 г. будут давать примерно на 20% меньше сырья, чем в 2015 г.

Таблица 7.1 Проекты освоения месторождений свинца в мире

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по выпуску свинца в концентрате, тыс. т	Другие полезные компоненты
Медно-свинцово-цинково-колчеданный в терригенных породах					
Прэри-Крик	Канада	PFS	2021	35–40	Zn**, Ag
Перинг	ЮАР	FS	2019	10	Zn**
Жильный, в том числе со скарнами полиметаллический					
Корани	Перу	FS	2020	60	Ag**, Zn
Сан-Хулиан	Мексика	FS	2016	23	Ag**
Санта-Ана	Перу	FS	2014 (отложен до 2020)	10	Ag**, Zn
Питаррилья	Мексика	FS	2017	4	Ag**, Zn
Сан-Фелипе	Мексика	SS	2018 (отложен до 2023)	9	Ag**, Zn
Тамбомайо	Перу	FS	2016	6	Au**, Ag, Zn
Навидад	Аргентина	SS	2020	43	Ag**, Cu
Колчеданно-полиметаллический в осадочно-вулканогенных породах					
Озерное	Россия	FS	2019	90	Zn**, Ag
Енипазар	Турция	FS	2018	15	Au**, Cu, Zn, Ag
Кемпфилд	Австралия	SS	2020	10	Ag**, Au, Zn

Добычные возможности недр

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по выпуску свинца в концентрате, тыс. т	Другие полезные компоненты
Талсекуа-Чиф	Канада	FS	2014 (отложен до 2020)	5	Zn**, Au, Cu, Ag
Арипуанан	Бразилия	PFS	2016 (отложен)	20	Zn**, Au, Cu, Ag
Хаккетт-Ривер	Канада	SS	2020	20	Zn**, Au, Cu, Ag
Бамниа-Калан	Индия	SS	2020	5	Zn**, Ag
Ситронен	Гренландия	FS	2017	16	Zn**
Стратиформный полиметаллический					
Мехдиабад	Иран	FS	2019	210	Zn**, Ag
Селуин	Канада	FS	2022	200	Zn**
Лик	США	SS	2018	50	Zn**, Ag
Дугалд-Ривер	Австралия	FS	2018	40	Zn**, Ag
Гамсберг	ЮАР	FS	2018	35	Zn**, Mn
Шалкия (перезапуск)	Казахстан	FS	2018	35	Zn**
Леннард-Шелф	Австралия	SS	2024	33	Zn**
Пайн-Поинт	Канада	PFS	2017 (отложен до 2020)	10	Zn**
Бонгара	Перу	PFS	2017	8	Zn**, Ag
Павловское	Россия	PFS	2025	36	Zn**, Ag
Медноколчеданный в осадочно-вулканогенных породах					
Подольское	Россия	FS	2019	5	Cu**, Au, Zn, Ag

*SS — scoping study, PFS — pre-feasibility study, FS — feasibility study

** — основной компонент

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ СВИНЦА ОСНОВНЫХ СТРАН-ПРОДУЦЕНТОВ ДО 2030 г.

Запасами и ресурсами свинца располагают более 65 стран мира (табл. 7.2). На сегодняшний день его мировые промышленные запасы (proved+probable reserves), по нашим данным, достигают 90,6 млн т, а суммарные ресурсы (measured+indicated+inferred resources) превышают 331,9 млн т.

Таблица 7.2 Ресурсы и запасы свинца в мире, тыс. т

Страна	Категория	Значение
Россия*	Запасы категорий A+B+C ₁	10186
	Запасы категории C ₂	7579
	Запасы забалансовые	1718
Австралия	Proved + Probable Reserves	11300
	Measured + Indicated + Inferred Resources	56330
Азербайджан	Запасы категорий A+B+C ₁	1525
	Запасы категории C ₂	91
Алжир	Proved + Probable Reserves	518 ^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	984 ^r
Аргентина	Proved + Probable Reserves	100 ^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	2010 ^r
Армения	Resources	180 ^r
Афганистан	Inferred Resources	10
Болгария	Reserves	1230 ^r
	Resources	3000 ^r
Боливия	Proved + Probable Reserves	1470 ^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1790 ^r
Ботсвана	Indicated + Inferred Resources	180 ^r
Бразилия	Reserves	140 ^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1520
Буркина-Фасо	Measured + Indicated + Inferred Resources	20 ^r
Великобритания	Indicated + Inferred Resources	49 ^r

Добычные возможности недр

Страна	Категория	Значение
Венгрия	Resources	580 ^r
Венесуэла	Resources	112 ^r
Вьетнам	Reserves	230^r
Гватемала	Proved + Probable Reserves	212^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	316 ^r
Германия	Исторические ресурсы	1250
Гондурас	Proved + Probable Reserves	45^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	146 ^r
Гренландия	Proved + Probable Reserves	48^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	467 ^r
Греция	Proved + Probable Reserves	740^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1010 ^r
Дем.Респ.Конго	Measured + Indicated + Inferred Resources	118 ^r
Грузия	Запасы категорий A+B+C₁	112
	Запасы категории C₂	113
Индия	Reserves	2115
	Resources	12004
Индонезия	Proved + Probable Reserves	574^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1446 ^r
Иран	Proved + Probable Reserves	4102^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	10960 ^r
Ирландия	Proved + Probable Reserves	210^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1185 ^r
Испания	Proved + Probable Reserves	190^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1015 ^r
Италия	Reserves	335^r
	Resources	620 ^r
Йемен	Reserves	104^r
	Resources	151 ^r

Страна	Категория	Значение
Казахстан	Reserves	10000^r
	Запасы категорий A+B+C₁+C₂	15000
Канада	Proved + Probable Reserves	1360^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	14620 ^r
Киргизия	Reserves	30^r
	Resources	950 ^r
Китай	Ensured Reserves	17208
	Resources	73850
Корея Северная	Resources	4940 ^r
Корея Южная	Resources	1960 ^r
Куба	Resources	388 ^r
Македония	Reserves	590^r
	Resources	1720 ^r
Марокко	Resources	1200 ^r
Мексика	Proved + Probable Reserves	5554^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	12163 ^r
Монголия	Resources	2470 ^r
Мьянма	Proved + Probable Reserves	670^r
Намибия	Proved + Probable Reserves	120^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	280 ^r
Пакистан	Reserves	886^r
Перу	Proved + Probable Reserves	6740
	Measured + Indicated + Inferred Resources	10265 ^r
Польша	Potentially Economic Reserves	152
	Запасы категорий A+B+C₁+C₂	1421
Португалия	Proved + Probable Reserves	600^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	2460 ^r
Румыния	Resources	230 ^r

Добычные возможности недр

Страна	Категория	Значение
Сальвадор	Indicated + Inferred Resources	10 ^r
Сауд. Аравия	Estimated Resources	40 ^r
Сербия	Reserves	1855^r
	Resources	2260 ^r
США	Proved + Probable Reserves	4620^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	41870 ^r
Таджикистан	Resources	10000 ^r
Тунис	Estimated Resources	120 ^r
Турция	Proved + Probable Reserves	860^r
	Resources	1200 ^r
Узбекистан	Запасы категорий A+B+C₁	3730
	Запасы категории C₂	518
Украина	Запасы категорий A+B+C₁	302
	Запасы категории C₂	334
Финляндия	Proved + Probable Reserves	20^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	40 ^r
Франция	Исторические ресурсы	700
Черногория	Inferred Resources	110
Чехия	Potentially Economic Reserves	152
Чили	Measured + Indicated + Inferred Resources	110 ^r
Швеция	Proved + Probable Reserves	1090^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	2160 ^r
Эквадор	Indicated + Inferred Resources	23 ^r
ЮАР	Proved + Probable Reserves	410^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1800 ^r
Япония	Выявленные ресурсы	1800 ^r

По данным: [1; 2; 3; 4; 5; 6; 9; 10; 11; 13; 16; 17; 18; 19; 23; 25].

* — по данным официальных источников

^r — сумма по известным месторождениям

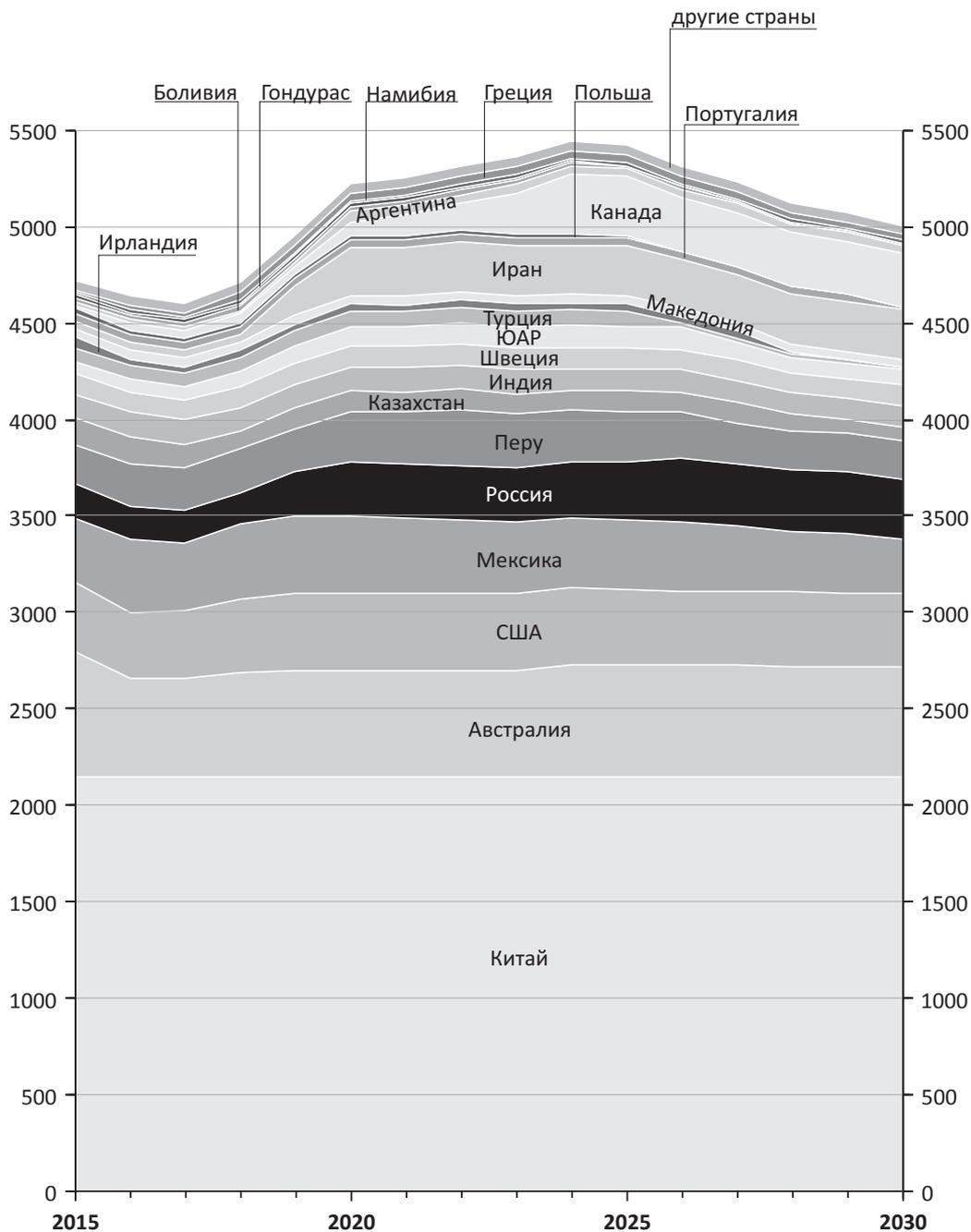


Рис. 7.3 Прогноз добычи свинца на основе ресурсов стран-производителей в 2015–2030 гг., тыс. т (по Китаю использованы статистические данные по стране в целом)

Добыча свинца в мире в 2015 г. составила 4,8 млн т [14]. Среди стран-производителей первичного (добываемого из недр) свинца безусловным лидером является Китай, на долю которого, по разным оценкам, приходится около от 40 до 50% его мировой добычи (2,1 млн т в 2015 г. [14]). Другие страны существенно уступают ему по объему производства: занимающая вторую позицию Австралия обеспечивает всего 14% добычи металла, еще примерно пятая часть металла добывается из недр четырех стран — США, Перу, Мексики и России. Все названные страны являются и ведущими производителями свинцовых концентратов (рис. 7.3, табл. 7.3).

Таблица 7.3 Динамика добычи свинца, извлекаемого в концентрат, в 2010–2015 гг., тыс. т

Страна	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Австралия	661	531	573	711	728	654
Аргентина	23	26	25	23	29	26
Болгария	12	12	12	16	17	17
Боливия	80	100	81	82	76	75
Босния и Герцеговина	3	4	4	4	4	6
Бразилия	11	8	9	8	11	10
Буркина Фасо	0	0	0	2	1	1
Вьетнам	7	6	7	4	3	2
Гватемала	0	0	2	1	10	10
Гондурас	17	15	12	12	16	10
Греция	12	13	13	13	11	9
Индия	70	84	100	105	106	136
Индонезия	15	9	3	6	5	5
Иран	31	40	45	42	44	41
Ирландия	38	51	47	43	41	31
Испания	0	6	4	2	4	8
Казахстан	38	35	39	41	38	41
Канада	65	67	61	22	4	4

Страна	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Китай	1851	2358	2513	2697	2301	2147
Корея Северная	18	18	25	30	30	35
Лаос	1	0	1	0	0	0
Македония	41	29	29	33	33	31
Марокко	28	31	28	32	28	34
Мексика	192	224	237	253	250	264
Мьянма	7	7	8	10	12	10
Намибия	11	9	10	11	12	9
Нигерия	4	8	10	10	14	16
Пакистан	1	3	3	1	0	0
Перу	262	230	249	267	278	316
Польша	44	48	47	39	38	37
Португалия	0	0	0	2	3	3
Россия	97	119	151	165	196	180
Румыния	3	3	6	2	1	0
Сербия	6	8	9	8	10	8
США	372	342	346	340	379	367
Таджикистан	4	10	15	19	25	28
Турция	38	40	56	78	65	74
Узбекистан	0	3	3	3	3	3
Черногория	1	2	2	2	2	5
Чили	0	0	0	1	2	2
Швеция	68	62	64	60	71	85
ЮАР	43	54	52	42	29	35
<i>Итого</i>	4 175	4 617	4 902	5 244	4 931	4 775

По данным: ILZSG [14].

В нашем распоряжении имеются достоверные детальные данные всего о нескольких осваиваемых и разрабатываемых месторождениях Китая, суммарная добыча на которых немногим превышает 100 тыс. т свинца, что составляет менее 5% суммарной добычи в стране. В связи с этим прогноз добычи свинца в Китае основывается на данных государственной статистической службы, согласно которым, ресурсы свинца в Китае оцениваются в 73,8 млн т [16], при текущем уровне производства их хватит более чем на 30 лет.

В Австралии львиную долю добычи свинца обеспечивают предприятия, разрабатывающие крупные колчеданно-полиметаллические месторождения Каннингтон, Маунт-Айза, Джордж-Фишер, на которых в 2015 г. было добыто около 185 тыс. т, 165 тыс. т и 130 тыс. т свинца соответственно. Свинец на всех трех объектах добывается попутно: на месторождении Каннингтон — с серебром, на двух других — с цинком.

В 2016 г. добыча свинца в Австралии заметно сократилась (рис. 7.3). Это связано с тем, что в 2015 г. были отработаны запасы и закрыт рудник месторождения Сенчери, где в разные годы добывалось от 20 до 80 тыс. т свинца. Кроме того, несколько горнодобывающих компаний, в том числе крупных, сократили объем добываемой руды из-за низких биржевых цен на металл. По этой же причине в конце 2015 г. были остановлены работы на месторождении Леди-Лоретта, где ведущим компонентом является цинк. В 2015 г. на нем было добыто 60 тыс. т свинца. Почти годом ранее в ожидании повышения цен была приостановлена работа рудника на месторождении Магеллан (Magellan), которое называют также Пару-Стейшен (Paroo Station); на нем может добываться 85 тыс. т свинца в год.

Обусловленное низкими ценами падение добычи свинца в Австралии уже в 2018 г. могло смениться некоторым ростом, поскольку на этот год запланировано начало добычи на месторождении Дугалд-Ривер, проектная мощность рудника на котором составляет около 40 тыс. т свинца в год, а также ввод в эксплуатацию группы комплексных медноколчеданных месторождений, попутная добыча свинца на которых может составить до 4 тыс. т в год. Позднее могут быть введены в строй предприятия на месторождениях, находящихся в настоящее время на ранних стадиях освоения — Леннард-Шелф, Кемпфилд и др. Если эти проекты будут реализованы, к 2030 г. добыча свинца в Австралии окажется лишь немногим меньше, чем в 2015 г., а при условии возобновления производства на законсервированных рудниках и превысит этот уровень.

В США лидером добычи свинца из недр является рудник До-Ран, обрабатывающий одноименную группу месторождений. В 2015 г. на нем добыто 180 тыс. т свинца, однако на 2016 г. было запланировано

сокращение добычи до 160 тыс. т [22]. Мощность еще одного крупного предприятия, эксплуатирующего месторождение Ред-Дог, где в 2015 г. добыто 118 тыс. т свинца, напротив, может быть в 2017–2018 гг. увеличена на 10%. На этот же период намечено начало эксплуатации месторождения Лик, где планируется добывать более 50 тыс. т свинца в год. Это может обеспечить рост добычи металла в США к концу текущего десятилетия более чем на 10%.

В Мексике и Перу к концу текущего десятилетия ожидается некоторый рост добычи благодаря вводу в эксплуатацию жильных месторождений Корани в Перу и Сан-Хулиан в Мексике, где свинец планируется добывать попутно с серебром; ввод последнего в эксплуатацию планировался уже в 2016 г., со временем оно сможет обеспечить добычу 20–25 тыс. т свинца в год. Рудник на месторождении Корани после выхода на полную мощность, что может произойти в начале 2020-х годов, будет давать более 60 тыс. т свинца в год. Однако с середины следующего десятилетия добыча свинца в этих странах может начать сокращаться в связи с исчерпанием ресурсов эксплуатируемых сегодня месторождений Ла-Паррилья, Санта-Барбара (Santa Barbara), Нуэстра-Синьора (Nuestra Senora) в Мексике, Альпамарка, Чунгар, Учукчакуа и Юрикоча в Перу и к 2030 г. оказаться сопоставимой с уровнем 2015 г.

Долгосрочные перспективы расширения добычи свинца в России, удерживающей пятое место по его добыче в мире, в первую очередь зависят от возможности обеспечения доступа к запасам для подземной отработки Горевского месторождения. Для этого необходимо сооружение второй очереди защитной дамбы, которая предотвратит поступление вод р. Ангара на проектируемый подземный рудник. Завершение ее строительства позволит перейти от карьерной эксплуатации к отработке руд глубокого залегания, где сосредоточена большая часть запасов месторождения, и более чем в полтора раза увеличить мощность предприятия по добыче, которая достигнет около 280 тыс. т свинца в год. Однако реализация этого проекта сопряжена со значительными техническими трудностями.

После выхода на проектную мощность рудников на Кызыл-Таштыгском и Корбалихинском месторождениях, введенных в эксплуатацию в 2013 г. и 2014 г. соответственно, на них суммарно будет добываться около 30 тыс. т свинца в год.

Крупный рудник мощностью по добыче более 90 тыс. т свинца в год проектируется на Озерном месторождении в Республике Бурятия, заключающем 9% отечественных запасов. Проект уже реализуется, вскрышные

работы завершены еще в 2010 г., однако ввод предприятия в строй отсрочен до 2019–2020 гг. Освоение еще одного крупного месторождения в том же регионе, Холоднинского, маловероятно, так как оно расположено в природоохранной зоне оз. Байкал.

В целом, при условии успешной реализации имеющихся проектов, добыча свинца в России к 2020 г. может достигнуть 280 тыс. т, а после ввода в эксплуатацию Павловского месторождения на Новой Земле — около 320 тыс. т, что может позволить потеснить Мексику с позиции четвертого продуцента свинца в мире.

Среди более мелких продуцентов наиболее заметный прирост добычи прогнозируется в Иране, где ведется освоение крупного месторождения Мех-диабд, добывающее предприятие на котором может стать самым мощным в мире. Ввод его в строй был запланирован на 2019 г.

В Канаде сопоставимым по масштабу может стать рудник на месторождении Селуин, который по проекту должен быть введен в строй в 2022 г. На медно-свинцово-цинковом колчеданном месторождении в терригенных породах Прэри-Крик (Prairie Creek) ежегодно планируется извлекать еще 35–40 тыс. т металла. Запуск предприятия на ранее отрабатываемом стратиформном полиметаллическом месторождении Пайн-Поинт отложен, ожидается, что он произойдет не ранее 2020 г.

Реализация этих проектов выведет Канаду и Иран в один ряд с ведущими мировыми продуцентами свинца в мире.

Ввод в эксплуатацию в 2018 г. рудника мощностью 35 тыс. т на свинцово-цинковом стратиформном месторождении Гамсберг, а в 2019 г. — на колчеданно-полиметаллическом Перинг (10 тыс. т) после выхода их на полную мощность более чем вдвое увеличит добычу свинца в ЮАР.

Возобновление работы рудника на месторождении Шалкия в Казахстане, где планируется добывать около 35 тыс. т свинца ежегодно, частично компенсирует выбывание добычных мощностей Риддер-Сокольного месторождения и позволит стране сохранить производство на уровне более 100 тыс. т свинца в год на длительный срок.

Начало разработки всех этих объектов планировалось в период 2018–2021 гг., что обеспечит быстрый рост добычи свинца в мире (без учета Китая) вплоть до середины следующего десятилетия. Впоследствии во всех странах за редкими исключениями прогнозируется некоторое снижение количества добываемого металла за счет исчерпания ресурсов эксплуатируемых месторождений. Тем не менее, производство первичного свинца некитайскими продуцентами к 2030 г. может оказаться примерно на 10% больше, чем в 2015 г.

Прогноз добычи свинца горными компаниями до 2030 г.

Ведущими по горному производству свинца в мире являются около 20 компаний, которыми в 2015 г. было произведено чуть менее 1,9 млн т свинца в концентрате (около 40% мирового выпуска). Все они в достаточной мере обеспечены ресурсами металла в недрах (рис. 7.4), хотя для некоторых из них прогнозируется сокращение производства, связанное с истощением ресурсной базы отдельных эксплуатируемых объектов.

Лидером выступает международная горнодобывающая корпорация *Glencore plc*, получившая в 2015 г. на своих обогатительных предприятиях около 300 тыс. т свинца [12]. Ее основные производственные активы по добыче свинца сосредоточены в Австралии, где компания разрабатывает крупнейшие полиметаллические месторождения МакАртур-Ривер (McArthur River), Маунт-Айза и др., и в Казахстане, где она владеет 69,7% акций компании ТОО «Казцинк», эксплуатирующей колчеданно-полиметаллические месторождения в осадочно-вулканогенных толщах — Риддер-Сокольное, Малеевское и Тишинское. Кроме этого, в ее структуру входят горнодобывающие предприятия на американском континенте и в Африке. В ближайшие годы компания может сократить свое производство свинца на 20%: в 2015 г. была остановлена разработка месторождения Леди-Лоретта, к 2018 г. может быть исчерпана ресурсная база Риддер-Сокольного месторождения, к 2021 г. — медно-свинцово-цинкового колчеданного месторождения в терригенных породах Агилар (Aguilar) в Аргентине и некоторых других комплексных объектов, где свинец добывается в небольшом количестве. Однако большая часть разрабатываемых компанией месторождений характеризуется значительной ресурсной базой, которая сможет обеспечить производство свинца на уровне 230 тыс. т ежегодно. Поддержать производственные показатели компании может ввод в эксплуатацию колчеданно-полиметаллического месторождения Хаккетт-Ривер (Hackett River) в Канаде.

Пять компаний с производственными мощностями по добыче от 100 до 200 тыс. т свинца в год обеспечили в 2015 г. около 17% мирового производства. В их число вошли *Doe Run Resources Corp.*, *South32 Ltd.*, ОАО «Горевский ГОК», *Teck Resources Ltd.* и *Hindustan Zinc Ltd.*

Крупнейший в Северной Америке продуцент свинца *Doe Run Resources Corp.* принадлежит американской корпорации *The Renco Group Inc.* Компания эксплуатирует несколько месторождений, объединенных в группу До-Ран: Флетчер (Fletcher), Суит-Уотер (Sweetwater), Браши-Крик (Brushy Creek), и др., из руд которых ежегодно получает около 190 тыс. т свинца. Компания не публикует сведений о запасах и ресурсах этих объектов, од-

Добычные возможности недр

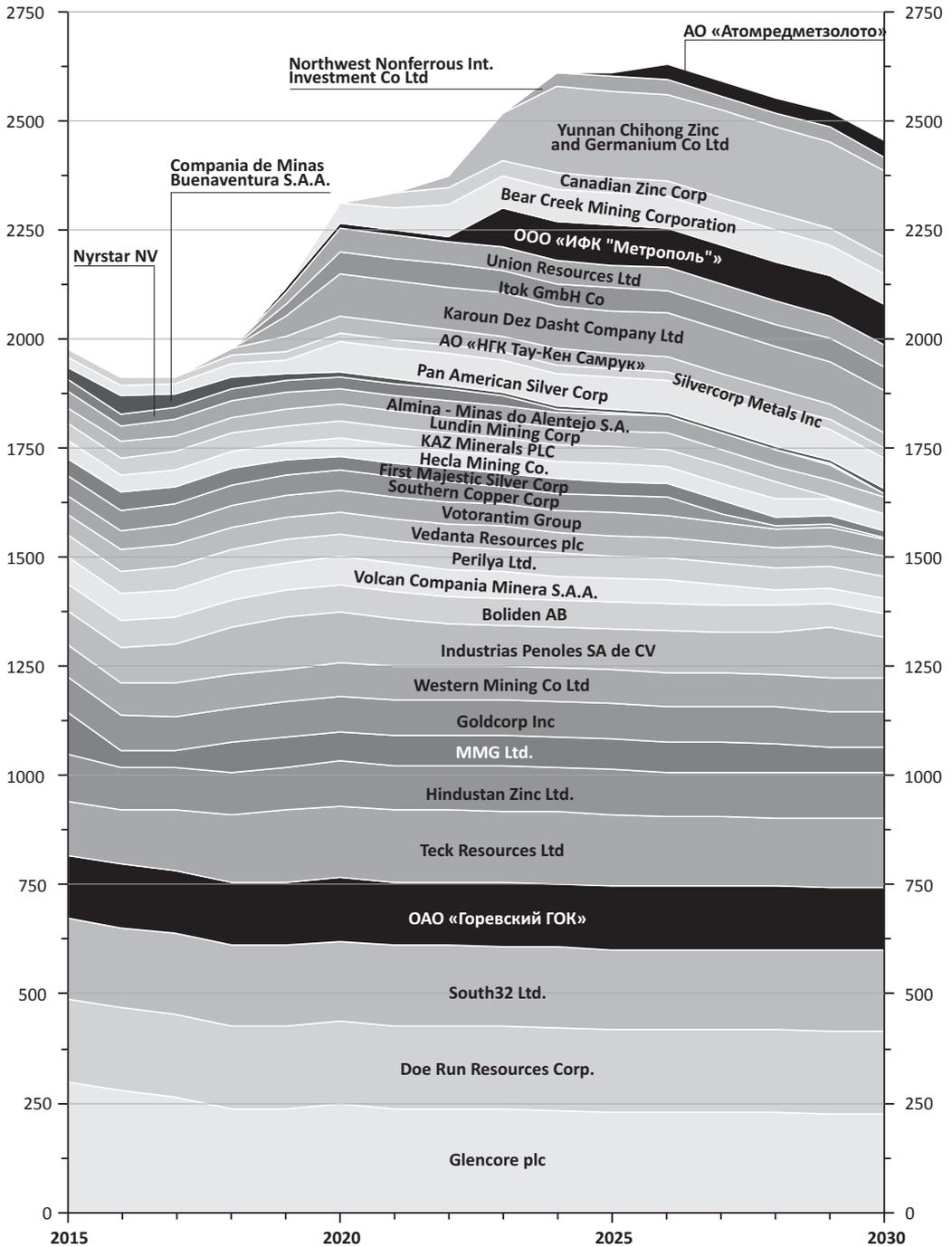


Рис. 7.4 Прогноз добычи свинца на основе ресурсов, находящихся в распоряжении добывающих компаний, в 2015–2030 гг., тыс. т

нако, исходя из данных государственной геологической службы США [24], их ресурсов достаточно для поддержания текущего уровня производства на ближайшие 25 лет.

У австралийской *South32 Ltd.* и российской компании ОАО «Горевский ГОК» имеется всего по одному, но крупному активу. Компания *South32 Ltd.*, отделившаяся в 2015 г. от австралийского гиганта *BHP Billiton Ltd.*, унаследовала месторождение Каннингтон, ресурсы которого оцениваются в 4,8 млн т свинца [8; 20]. При своевременной доразведке они смогут обеспечить работу добывающего предприятия на многие годы.

ОАО «Горевский ГОК» эксплуатирует одноименное месторождение, запасы категорий $A+B+C_1+C_2$ которого достигают 6,9 млн т свинца [7]. Его эксплуатация позволяет компании занимать четвертую в мире позицию по добыче этого металла. Если же она реализует планы по более чем полуторакратному расширению мощности рудника, он станет крупнейшим в мире. Но и в этом случае запасов месторождения достаточно, чтобы обеспечить добычу как минимум в течение 15–20 лет.

Канадская *Teck Resources Ltd.* разрабатывает два свинцово-цинковых месторождения в США; главное из них — Ред-Дог, где добывается более 100 тыс. т свинца в год, располагается на Аляске. Срок его эксплуатации самой компанией ограничивается 2031 г. Мелкое месторождение Пенд-Ориелле (Pend Oreille) в штате Вашингтон, где добывается около 7 тыс. т свинца в год, обеспечено ресурсами до 2026 г. [21]. Совместно с канадской *Zazu Metals Corp.* компания *Teck Resources* ведет освоение еще одного месторождения на Аляске — Лик, на котором запроектирован рудник мощностью по добыче 50 тыс. т свинца в год. В 2016 г. партнерами получено подтверждение Alaskan Industrial Development and Export Authority о наличии достаточных мощностей в порту транспортной системы Delong Mountain, через который с 1989 г. отгружается продукция рудника Ред-Дог [27]. Разработка месторождения могла начаться в 2018 г. Его ресурсов хватит для эксплуатации в течение ближайших полутора десятилетий и далее [28].

Индийская компания *Hindustan Zinc Ltd.*, входящая в группу компаний *Vedanta Resources plc*, эксплуатирует пять свинцово-цинковых месторождений в Индии. Значительная часть свинца добывается на трех из них: в 2015 финансовом году 55,2 тыс. т добыто на месторождении Рампура-Агуча (Ramapura-Agucha), 49,2 тыс. т — на Синдесар-Кхурд (Sindesar Khurd), 24,9 тыс. т — на Завар (Zawar). Их ресурсы позволяют сохранить текущий уровень производства до 2030 г. В 2020 г. компания планирует начать эксплуатацию среднего по масштабу месторождения Бамния-Калан (Bamnia Kalan), ее доля в этом проекте составляет 65% [26].

В обозримой перспективе в список ведущих продуцентов свинца могут войти китайская компания *Yunnan Chihong Zinc and Germanium Co Ltd.*, осваивающая канадское месторождение Селуин, и консорциум иранской *Karoun Dez Dasht Company Ltd.*, австрийской *Itok GmbH Co* и австралийской *Union Resources Ltd.*, ведущий подготовку к эксплуатации месторождения Мехдибад в Иране. Рудники на этих объектах смогут выпускать ежегодно не менее 200 тыс. т свинца.

Более мелкие продуценты в большинстве своем располагают достаточными ресурсами свинца в недрах, чтобы поддерживать текущий уровень его производства до 2030 г. Среди них — девять компаний, имеющих мощности по добыче в объеме от 50 тыс. т до 100 тыс. т. Одна из них, *Pan American Silver Corp.* к началу следующего десятилетия может более чем удвоить добычу, если своевременно завершит проект освоения крупного существенно серебрянного жильного полиметаллического месторождения Навидад (*Navidad*) в Аргентине, на котором будет добываться более 40 тыс. т металла в год.

Достойное место среди продуцентов «второго эшелона» могут занять российская ООО «ИФК «Метрополь»» и канадская *Bear Creek Mining Corp.* ООО «ИФК «Метрополь»» планирует уже в ближайшие годы начать разработку Озерного месторождения в Республике Бурятия и сооружает на нем рудник мощностью по добыче 90 тыс. т металла. *Bear Creek Mining Corp.* подготавливает к эксплуатации перуанские месторождения Корани и Санта-Ана, где суммарно может добываться более 70 тыс. т свинца.

Заметными на мировом рынке свинца могут стать также *Canadian Zinc Corp.*, в планах которой ввод в эксплуатацию месторождения Прэри-Крик в Канаде, АО «Атомредметзолото» (Павловское в России), китайская *Northwest Nonferrous International Investment Company Ltd.* (Леннард-Шелф в Австралии), АО «НГК Тау-Кен Самрук», перезапускающая месторождение Шалкия в Казахстане, и другие.

В то же время не исключено, что транснациональная корпорация *Southern Copper Corp.* сократит производство из-за исчерпания ресурсов месторождения Санта-Барбара и некоторых других в Мексике, также как и канадская *First Majestic Silver Corp.* (Ла-Энкантада и Ла-Паррилья в Мексике), *KAZ Minerals plc.* (месторождения Восточной группы в Казахстане), перуанская *Compania de Minas Buenaventura S. A. A.* (Учукчакуа и Хулькани в Перу), международная корпорация *Nyrstar NV* (Контонга (*Contonga*) в Перу, Эль-Мочито (*El Mochito*) в Гондурасе, Эль-Токи (*El Toqui*) в Чили). Последняя участвует в освоении крупного месторождения Ситронен (*Citronen*) в Гренландии [14], завершение этого проекта может компенсировать часть ее потерь.

Таким образом, сегодняшние лидеры имеют хорошие предпосылки для сохранения ведущих позиций среди мировых производителей свинца, однако при реализации имеющихся крупных проектов среди них могут появиться новые игроки.

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ СВИНЦА НА ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ И ОСВАИВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ДО 2030 г.

Сырьевая база эксплуатируемых в настоящее время месторождений с ресурсами свинца будет постепенно истощаться, что приведет к выбыванию добычных мощностей и сокращению объема добываемого металла. Заметный спад зафиксирован уже в 2016 г. (рис. 7.5), в дальнейшем он может замедлиться, однако к 2030 г. на разрабатываемых объектах будет, как ожидается, добыто на четверть меньше свинца, чем в 2015 г.

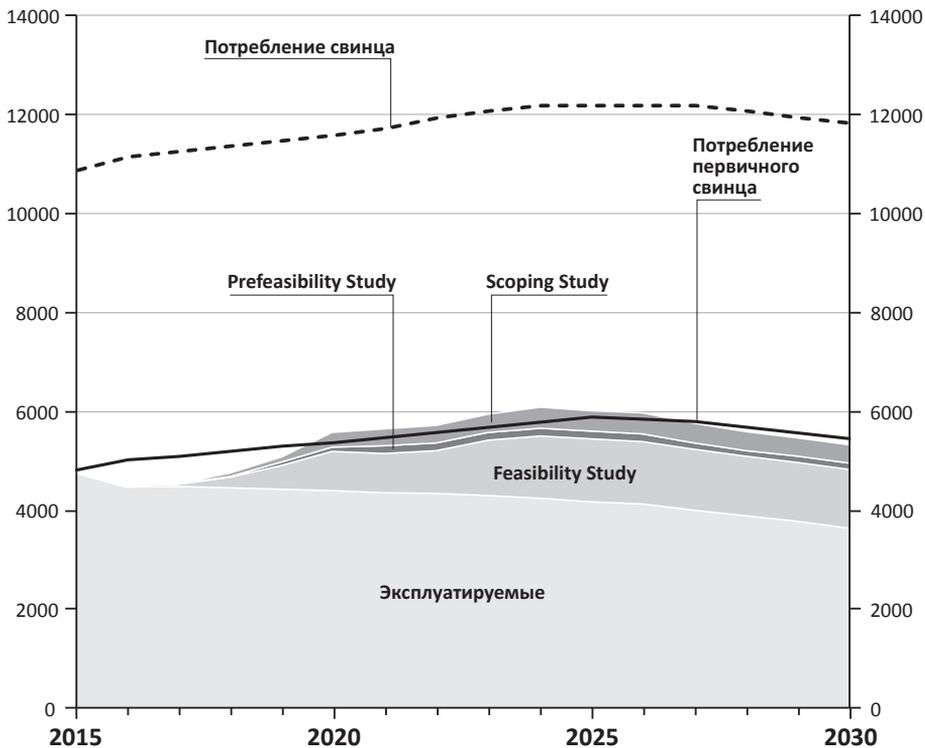


Рис. 7.5 Прогноз потребления свинца и его добычи на основе ресурсов эксплуатируемых и осваиваемых месторождений в 2015–2030 гг. (по Китаю использованы статистические данные по стране в целом), тыс. т

Компенсировать падение добычи могут месторождения, которые в настоящее время готовятся к эксплуатации. Высокие цены на свинец, существовавшие на мировом рынке в 2011 г., и сравнительно небольшое снижение их в последующие годы (рис. 7.6) способствовали организации многочисленных проектов освоения новых месторождений с ресурсами свинца во всем мире. На сегодняшний день известно более пяти десятков таких объектов в различных странах. Однако практически на всех осваиваемых месторождениях свинец рассматривается как попутный, роль основного компонента выполняют цинк или серебро, реже золото. Конъюнктура рынков этих металлов и будет определять рентабельность эксплуатации объектов с ресурсами свинца.

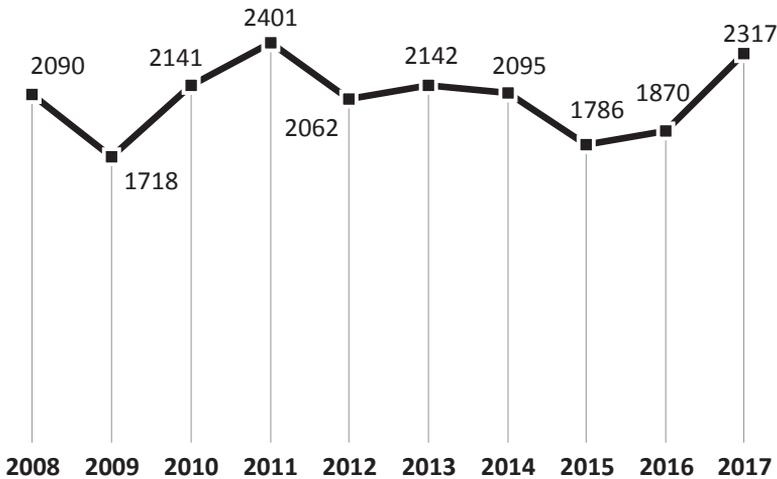


Рис. 7.6 Динамика среднегодовых цен на свинец на Лондонской бирже металлов в 2008–2017 гг., долл./т

Наиболее вероятно успешное завершение подготовительных работ для проектов, на которых ведется технико-экономическая оценка эксплуатации (feasibility study). На этой стадии находятся 24 проекта, ввод их в строй ожидается до 2022 г., причем, начиная с 2018 г., это может обеспечить рост объема добычи свинца в мире на 1–5% в год вплоть до 2024 г. Суммарная мощность новых добывающих предприятий может достичь 790 тыс. т свинца, что не только позволит компенсировать текущий спад производства, но и превысит уровень 2015 г. примерно на 15%. Наибольший вклад в добычу ожидается в результате освоения крупных месторождений: иранского Мехдибад, российского Озерного, Дугалд-Ривер в Австралии, Корани в Перу, Селуин в Канаде; суммарно на них может извлекаться более 600 тыс. т свинца в год.

Несмотря на прогнозируемое в дальнейшем снижение количества добываемого металла, проекты, находящиеся на feasibility study, могут к 2030 г. обеспечить добычу свинца в объеме не меньшем, чем в 2015 г.

Вероятность ввода в эксплуатацию месторождений, находящихся на ранних стадиях освоения (pre-feasibility study и scoring study), меньше, поскольку они в большей мере зависят от конъюнктуры мировых рынков свинца и связанных с ним в одну производственную схему металлов. В условиях низких цен на металлы в мире отложена реализация некоторых проектов освоения новых месторождений из-за их нерентабельности. Все они расположены на американском континенте. Это Пайн-Поинт и Талсекуа-Чиф в Канаде, Сан-Фелипе в Мексике, Арипуанан (Aripuanan) в Бразилии и Санта-Ана в Перу. Однако все эти проекты — мелкие, их суммарная мощность по добыче не превышает 54 тыс. т свинца в год. Реализация крупных проектов, которые могут оказать существенное влияние на мировой рынок свинца, продолжается; устойчивость их связана с тем, что все они направлены на добычу других полезных компонентов, главным образом, цинка, реже серебра и золота. Цены же на цинк не проявляли отчетливой тенденции к спаду в 2011–2015 гг., хотя и находились на сравнительно низком уровне.

К тому же действия по снижению производства свинца, предпринятые некоторыми продуцентами, оказались эффективными и уже в начале 2016 г. на рынке свинца возник некоторый дефицит, который, как ожидается, будет нарастать. Цены на металл начали расти и в 2017 г. почти достигли максимума 2011 г. Такая тенденция увеличивает вероятность завершения большого числа проектов в запланированные сроки. Следствием этого может оказаться появление на рынке свинца новых игроков, а его действующие участники могут существенно укрепить на нем свое положение. Одним из новых крупных продуцентов может стать Россия, если будет своевременно запущено крупное добывающее предприятие на Озерном месторождении в Республике Бурятия. В этом случае страна может стать заметным поставщиком свинцовых концентратов. Однако реализация этого проекта в последние годы тормозилась из-за недостатка финансирования, ввод в эксплуатацию отложен до 2019–2020 г.

Следует учитывать, что завершение значительного числа проектов освоения новых месторождений с ресурсами свинца может не только восполнить существующий сегодня дефицит свинца, но и в дальнейшем создать избыток сырья, что в сочетании с возрастающей ролью вторичного свинца приведет к новому падению цен и усилит конкуренцию среди продуцентов. А это, в свою очередь, вновь поставит под вопрос реализацию проектов освоения новых месторождений, которые еще не были к тому времени завершены.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Геопортал Кыргызстана. Геология. Минерально-сырьевые ресурсы. Рудные полезные ископаемые. 2015
2. Государственный баланс запасов полезных ископаемых СССР. Свинец. 1992
3. Данные ИС МСК мира
4. Запасы и добыча важнейших видов минерального сырья зарубежных стран (на начало 1995 г.); ВНИИЗарубежгеология. 1995
5. Комитет геологии и недропользования Министерства по инвестициям и развитию РК. Недропользование 2000–2013. Запасы, добыча, инвестиции. 2014
6. Мінеральні ресурси України на 01.01.2009 р. 2009
7. Министерство Природных Ресурсов и Экологии Российской Федерации. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2014 году». 2016
8. BHP Billiton. Annual Report 2013. 2013
9. Czech Geological Survey. Ministry of the Environment of the Czech Republic. Mineral Commodity Summaries of the Czech Republic 2012 (statistical data to 2011). 2012
10. DNPM (Departamento Nacional de Producao Mineral). Sumário Mineral 2012. Vol. 32. 2013
11. Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources Table 1. Preliminary as at December 2015. 2016
12. Glencore plc. Annual Report 2015. 08.03.2016
13. Government of India. Ministry of Mines. Indian Bureau of Mines. Mining & Mineral Statistics. Statistical Profiles of Minerals 2013–14. 2014, April
14. International Lead and Zinc Study Group. Statistics. 2017
15. Ironbark Zinc Ltd. Investor Relations. Diggers & Dealers Conference Presentation. 04.08.2014
16. Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2015 China Mineral Resources. 2015, October
17. National Bureau of Statistics of China. China Statistical Yearbook 2015. 2015
18. Panstwowy Instytut Geologiczny. Bilans Zasobow Zloz Kopalini w Polsce wg stanu na 31 XII 2015 r. 2016
19. Peru. Ministerio de Energía y Minas. Anuario 2014. Anexo Estadístico. 2015
20. South32 Ltd. Financial Results and Outlook Year Ended 30 June 2015. 24.08.2015
21. Teck Resources Ltd. Annual Information Form 2015. 31.03.2016
22. The Doe Run Company. Media Center. News Releases. The Doe Run Company Cuts Mine Production. 29.01.2016
23. USGS. 2011 Minerals Yearbook. Montenegro (advance release). 2013, February
24. USGS. 2013 Minerals Yearbook. Lead (advance release). 2015, October
25. USGS. Open-File Report 02–110. Mines and Mineral Occurrences of Afghanistan. 2002
26. Vedanta. Hindustan Zinc Ltd. Annual Report 2015–16. 2016
27. Zazu Metals Corp. News Releases. Aidea's Port Sufficient For Red Dog And Lik. 08.01.2016
28. Zazu Metals Corp. Preliminary Economic Assessment Technical Report Zazu Metals Corporation, Lik Deposit, Alaska, USA. 03.03.2014

Zn



ЦИНК

Анализ добычных возможностей эксплуатируемых и осваиваемых месторождений цинка мира основывается на данных о запасах, ресурсах, добыче, фактическом и планируемом производстве этого металла более чем на 420 минерально-сырьевых объектах; учтены данные по большинству эксплуатируемых месторождений и групп месторождений, а также наиболее значимым проектируемым добывающим предприятиям зарубежных стран. В анализе участвовали также все российские месторождения, учитываемые Государственным балансом запасов полезных ископаемых Российской Федерации.

Полнота использованных данных оценивалась по доле цинка, добытого на объектах, участвовавших в анализе, в совокупном мировом производстве металла. Добыча цинка на объектах, вошедших в выборку, в 2015 г., составила около 8,4 млн т. В то же время, по данным International Lead

and Zinc Study Group (ILZSG), в мире в 2015 г. было добыто 13,6 млн т цинка [18]. Таким образом, в анализе использованы данные по эксплуатируемым объектам, обеспечившим более 60% мировой добычи. Неполнота данных связана с отсутствием достаточной количественной информации о запасах, ресурсах и добыче на месторождениях Китая, доля которого составляет почти 40% мировой добычи цинка, а также о проектах освоения месторождений цинка в этой стране. Сведения о разрабатываемых в КНР месторождениях сильно ограничены. В открытом доступе информация представлена только по объектам, принадлежащим компаниям, ведущим отчеты согласно международным стандартам: девяти разрабатываемым месторождениям, обеспечившим менее 4% добычи цинка в стране, двум осваиваемым и трем разведываемым месторождениям. Большая часть добывающих компаний, на долю которых приходится около 96% производства цинка Китая, не публикуют данных о производстве рудников, запасах и ресурсах месторождений, что лишает возможности достоверно оценить добычный потенциал отдельных объектов.

Кроме того, отчеты государственных статистических служб и компаний в таких странах, как Бразилия, Турция, Перу, Боливия, Аргентина, Индия, Иран, Македония, Монголия, Польша по большей части не являются публичными. В связи с этим в анализе добычных возможностей этих стран существенную роль играла экспертная оценка, в некоторых случаях основанная на статистических данных по стране в целом.

Близкие в геологическом отношении цинк и свинец, как правило, образуют единые промышленные скопления. Мировая сырьевая база этих металлов основывается преимущественно на комплексных месторождениях полиметаллических сульфидных руд, часто содержащих и другие полезные компоненты (медь, серебро, золото, и др.). Среди них в качестве важнейших источников сырья для производства свинца и цинка выступают пять геолого-промышленных типов:

- медно-свинцово-цинковый колчеданный в терригенных породах;
- свинцово-цинковый стратиформный в карбонатных породах;
- полиметаллический жильный (в том числе со скарнами) в различных породах;
- колчеданно-полиметаллический в осадочно-вулканогенных породах;
- медноколчеданный в осадочно-вулканогенных породах.

Ведущая роль в мировой добыче металлов из недр принадлежит месторождениям первых трех из перечисленных типов.

Медно-свинцово-цинковые колчеданные месторождения в терригенных породах характеризуются крупным (от 2–3 млн т свинца и/или цинка) или гигантским (более 10 млн т свинца и/или цинка) масштабом оруденения и преимущественно высококачественными рудами, содержащими 2–7% свинца и 3–14% цинка. Такие объекты локализуются в метаморфизованных породах различного состава, преимущественно докембрийского возраста, и располагаются на древних щитах и кристаллических массивах в пределах позднепротерозойских вулканических поясов. Они отличаются наличием мощных (до 250 м) и протяженных (до нескольких километров) согласных с вмещающими породами пластообразных залежей и линз, сложенных массивными и полосчатыми рудами халькопирит-галенит-сфалерит-пирротин-пиритового состава, которые несут отчетливые признаки метаморфизма.

К этому типу относятся такие гигантские месторождения, как Холоднинское и Горевское в России, Маунт-Айза (Mount Isa), МакАртур-Ривер (McArthur River), Джордж-Фишер (George Fisher), Каннингтон (Cannington) в Австралии, Андайчагуа (Andaychagua) в Перу, Рампура-Агуча (Rampura-Agucha) в Индии и многие другие.

Свинцово-цинковые стратиформные месторождения в карбонатных породах тесно связаны с карбонатными формациями чехлов активизированных платформ и срединных массивов. При средних масштабах оруденения (от 100–200 тыс. т до 2–3 млн т свинца и/или цинка) они, как правило, содержат руды с высокими и рядовыми содержаниями металлов (от 2% свинца и 3% цинка). Рудные тела представлены протяженными согласными с вмещающими породами пластообразными и плащеобразными залежами мощностью в первые десятки метров. Руды густовкрапленные и прожилково-вкрапленные с относительно простым минеральным составом (сфалерит-галенитовые, галенит-сфалеритовые).

Характерными для этого геолого-промышленного типа являются месторождения юго-восточной части штата Миссури (США), Пайн-Пойнт (Pine Point) в Канаде, Миргалимсай, Шалкия в Казахстане, Олькуш (Olkusz) в Польше, Наван (Navan) в Ирландии, Рош-Пина (Rosh Pinah) в Намибии, Завар (Zawar) в Индии. В России этот тип месторождений цинка не разрабатывается; он представлен двумя объектами — Павловским в Архангельской области и Сардана в Республике Саха (Якутия).

Объединяемые в единый геолого-промышленный тип **полиметаллические жильные и жильные со скарнами месторождения** локализуются в складчатых системах различного типа. Они чаще мелкие или средние по масштабу (от менее 100 тыс. т до 2–3 млн т свинца и/или цинка) и характеризуются различным качеством руд, которые могут содержать от 0,3% до

6% свинца и от 0,5% до 11% цинка. Жильные месторождения располагаются в породах разного состава и представлены рудными телами в виде жил, жильных и штокверковых минерализованных зон галенит-сфалерит-кварц-карбонатного состава вкрапленной и прожилково-вкрапленной текстуры. Скарновые месторождения сложены вкрапленными и прожилково-вкрапленными галенит-сфалеритовыми рудами. Рудные тела разнообразной, часто сложной морфологии, как правило, они ассоциируют с известковыми скарнами.

Среди представителей жильных полиметаллических месторождений — Садонское и Ново-Широкинское в России, Кер-д'Ален (Coeur d'Alen) в США, скарновые объекты — это месторождения Дальнегорского рудного района в России, Рудабанья (Rudabanya) в Венгрии, Серро-де-Паско (Cerro de Pasco) в Перу и др.

Колчеданно-полиметаллические месторождения в осадочно-вулканогенных породах связываются с дифференцированными базальтоидными формациями, развивающимися в пределах островодужных систем, заложенных на раздробленной континентальной коре [2]. Как правило, они мелкие и средние по количеству заключаемых в их рудах свинца и цинка и содержат преимущественно рядовые и бедные руды халькопирит-галенит-сфалерит-пиритового состава (1–4% свинца, 2–3,5% цинка). Месторождения приурочены к вулканокупольным структурам и вулканотектоническим депрессиям и представлены согласными со слоистостью вмещающих осадочно-вулканогенных пород пластообразными и линзовидными залежами массивных и полосчатых руд, реже секущими жилами. На отдельных месторождениях этого типа проявляется вертикальная зональность, обусловленная уменьшением с глубиной содержания свинца и увеличением — цинка и меди.

К представителям этого типа относятся Корбалихинское, Рубцовское, Озерное месторождения в России, Риддер-Сокольское, Тишинское в Казахстане, Брансуик (Brunswik) и Кидд-Крик (Kidd Creek) в Канаде, Алжуштрел (Aljustrel) в Португалии, Зинкгруван (Zinkgruvan) в Швеции, Синдесар-Кхурд (Sindesar Khurd) в Индии.

Медноколчеданные месторождения в осадочно-вулканогенных породах также ассоциируют с дифференцированными базальтоидными формациями, но формирующимися на океанической коре [1]. Чаще это мелкие и средние месторождения цинка и меди, представленные рудами различного качества; свинец из руд таких месторождений практически не извлекается. Рудные тела линзообразные, сложенные сплошными (часто полосчатыми) и вкрапленными рудами пирит-халькопирит-сфалеритового состава, преимущественно согласного залегания по отношению к напластованию вмещающих пород. Содержания цинка различны — от 0,2 до 5%, встречаются и более богатые

цинком руды. Месторождения этого геолого-промышленного типа (Учалинское, Ново-Учалинское, Гайское, Подольское, Урупское, Кызыл-Дере и др.) играют большую роль в структуре российской сырьевой базы и отечественной добыче цинка и меди, но существенно менее значимы в мире. Крупнейшими зарубежными объектами являются Оутокумпу (Outokumpu) в Финляндии, Гарпенберг (Garpenberg) в Швеции, Брейсмак-МакЛеод (Bracemas-McLeod) в Канаде, Гацунь (Gacun) в КНР.

Прогноз добычи цинка на месторождениях ведущих геолого-промышленных типов до 2030 г.

В настоящее время значительная часть цинка в мире добывается на медно-свинцово-цинковых колчеданных месторождениях в терригенных породах (около 35% в представленной выборке). Именно на них действуют крупнейшие добывающие предприятия, лидером среди которых является рудник на месторождении Рампура-Агуча в Индии, где в 2015 г. произведено 640,8 тыс. т цинка. В Австралии на месторождении Джордж-Фишер в 2014 г. добыто 284,2 тыс. т цинка, на месторождении Каннингтон — 114 тыс. т в 2015 г. Кроме того, здесь до недавнего времени действовал крупный рудник на месторождении Сенчери (Century), в последние годы на нем выпускалось 450–530 тыс. т цинка в год. Однако в середине 2015 г. карьер на нем был закрыт в связи с истощением запасов месторождения; за этот год на предприятии было получено 392,7 тыс. т цинка [22].

Прекращение деятельности этого предприятия определило заметное снижение доли колчеданных месторождений в терригенных породах в мировой добыче цинка в 2015–2016 гг. (рис. 8.1). Еще одно сокращение производства на месторождениях этого типа ожидается в 2023–2024 гг. из-за исчерпания ресурсов месторождений Агилар (Aguilar) в Аргентине, Пенд-Ориелле (Pend Oreille) в США и ряда месторождений штата Минас-Жерайс в Бразилии — Паракату (Paracatu), Вазанти (Vazante), Морру-Агуду (Morro Agudo). В целом добыча цинка на них к 2030 г. может сократиться на 15%. Тем не менее объекты этого типа по-прежнему будут обеспечивать около 30% добычи цинка, лидируя по этому показателю. Поддержать добычу может ввод в эксплуатацию серии небольших месторождений, таких, как Перинг (Pering) в ЮАР и Прэри-Крик (Prairie Creek) в Канаде, производство цинка на каждом из которых составит не менее 40–45 тыс. т в год, а также расширение мощности по добыче предприятия на крупном Горевском свинцово-цинковом месторождении в России за счет ввода в строй подземного рудника. Еще одно крупное российское Хо-

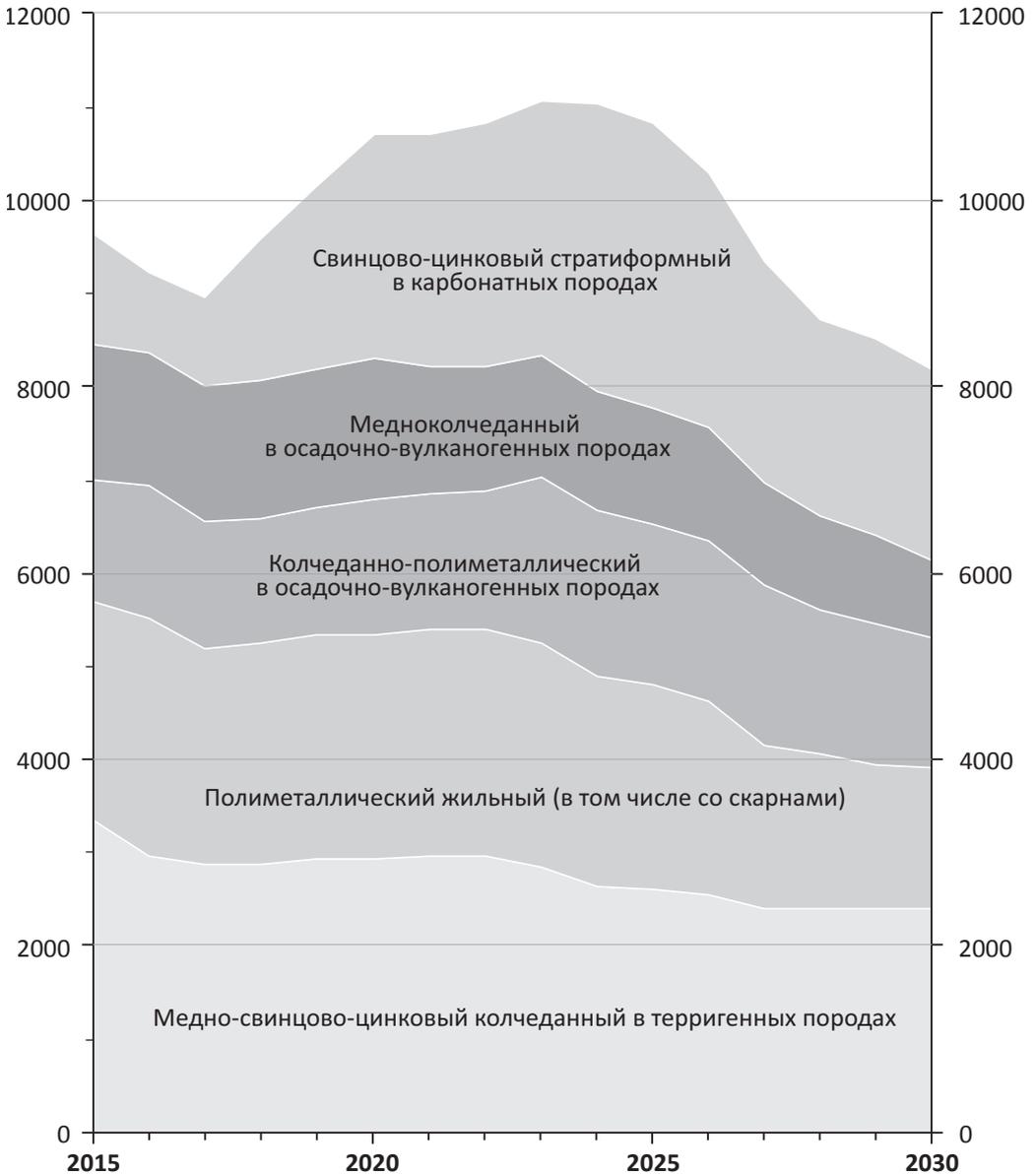


Рис. 8.1 Прогноз добычи цинка на основе ресурсов месторождений различных геолого-промышленных типов в мире в 2015–2030 гг., тыс. т

лоднинское месторождение расположено в пределах уникальной охраняемой природной зоны оз. Байкал, в пределах которой запрещена горнодобывающая деятельность, вероятность его освоения невелика.

Важную роль в добыче цинка продолжают играть полиметаллические жильные, в том числе со скарнами, месторождения, обеспечивающие 24% производства в представленной выборке. Они разрабатываются в Мексике, Перу, Боливии, Китае и некоторых других странах. Добывающие предприятия, действующие на таких объектах, преимущественно мелкие и средние по производительности, хотя изредка, в основном в Латинской Америке, встречаются и очень крупные продуценты, например, рудник на месторождении Сан-Кристобаль (San Cristobal) в Боливии годовой мощностью по добыче 270 тыс. т цинка в год, Пенаскито (Penasquito) и Веларденья (Velardena) в Мексике (175 и 80 тыс. т соответственно), Атакоча (Atacocha) в Перу (50 тыс. т). В России месторождения этого типа представлены мелкими объектами Дальнегорского рудного района Приморья, известны на Северном Кавказе (Садонская группа) и в Забайкальском крае.

Существенное сокращение добычи цинка на жильных (в том числе со скарнами) объектах прогнозируется в середине следующего десятилетия, когда будут исчерпаны ресурсы более чем десятка месторождений, в их числе Сан-Кристобаль в Боливии, Контонга (Contonga), Альпамарка (Alpamarca) и группа Чунгар (Chungar) в Перу, Бисмарк (Bismark), Ла-Негра (La Negra), Нуэстра-Сеньора (Nuestra Senora) в Мексике. Ввод в эксплуатацию осваиваемых месторождений (Пулакайо (Pulacayo) в Боливии, Сан-Хулиан (San Julian), Питаррилья (Pitarrilla) и Сан-Фелипе (San Felipe) в Мексике, Корани (Corani), Санта-Ана (Santa Ana) и Тамбомайо (Tambomayo) в Перу и др.) не сможет компенсировать потери, поскольку крупные рудники на них не проектируются, мощность их, как правило, не превышает 25 тыс. т цинка в год. Самым крупным будет рудник Корани проектной производительностью 40 тыс. т в год. В результате суммарная добыча цинка на таких объектах в мире к 2030 г. может снизиться почти на треть от уровня 2015 г.

Свинцово-цинковые стратиформные месторождения в карбонатных породах сегодня обеспечивают лишь около 12% суммарной добычи цинка, уступая по этому параметру остальным ведущим геолого-промышленным типам, хотя на некоторых из них действуют крупные рудники, такие, как Наван и Лишин (Lisheen) в Ирландии с производительностью 165–175 тыс. т цинка в год на каждом, Искайкрус (Iscaycruz) в Перу (100 тыс. т), Леди-Лоретта (Lady Loretta) в Австралии (170 тыс. т), группа месторождений Теннеси (Tennessee) в США (110 тыс. т). В 2016 г. суммарная добыча цинка на стратиформных месторождениях сократилась относительно уровня 2015 г.

в результате планового закрытия крупного рудника Лишин в Ирландии из-за исчерпания его ресурсной базы и приостановки работы рудника Леди-Лоретта в связи с низкими ценами на цинк.

Однако перспективы свинцово-цинковых стратиформных месторождений в карбонатных породах выглядят многообещающе. Уже к началу следующего десятилетия добыча цинка на таких месторождениях может увеличиться более чем вдвое, рост прогнозируется и в дальнейшем, вплоть до 2025 г., когда на таких объектах будет добываться в три раза больше металла, чем в 2015 г. В этот период стратиформные объекты могут занять лидирующие позиции по поставкам первичного (добываемого из недр) металла. Это связано с планируемым в 2017–2018 гг. началом промышленной добычи и дальнейшим наращиванием мощности рудников на целом ряде месторождений в разных странах мира: Дугалд-Ривер (Dugald River) в Австралии, Гамсберг (Gamsberg) в ЮАР, Лик (Lik) в США, Сьерра-Мохата (Sierra Mojada) в Мексике, Бонгара (Bongara) в Перу, Шалкия в Казахстане, к концу текущего десятилетия — пуском добывающего предприятия на одном из крупнейших в мире месторождений цинка Мехдибад (Mehdiabad) в Иране, а также Павловском в России и Пайн-Поинт в Канаде. Позднее может быть введен в эксплуатацию еще один гигантский объект Селуин (Selwyn) в Канаде, ресурсы цинка которого оцениваются в 20,3 млн т, а также находящийся сегодня на ранней стадии проект Леннард-Шелф (Lennard Shelf) в Австралии.

После 2026 г. вновь возможен некоторый спад производства, обусловленный исчерпанием эксплуатируемых сегодня стратиформных месторождений Поможаны (Pomorzany) в Польше, Наван в Ирландии, Эль-Токи (El Toqui) в Чили, Стратони (Stratoni) в Греции, группы Гемасса (Guemassa) в Марокко. Тем не менее, по нашей оценке, именно на стратиформных месторождениях можно ожидать существенного роста добычи цинка. Прогнозируется, что в 2030 г. на таких объектах будет добываться почти вдвое больше металла, чем в 2015 г., практически столько же, сколько на медно-свинцово-цинковых колчеданных месторождениях в терригенных породах.

Медноколчеданные и колчеданно-полиметаллические объекты в осадочно-вулканогенных толщах совместно обеспечивают примерно в равных долях еще около 30% суммарного производства цинка.

Наиболее значительный вклад в добычу цинка привносят колчеданно-полиметаллические месторождения Казахстана (Малеевское, Риддер-Сокольное, Тишинское), Ред-Дог (Red Dog) в США, Алжуштел и Невеш-Корву (Neves Corvo) в Португалии, Кидд-Крик в Канаде, Синдесар-Кхурд в Индии, Зинкгруван в Швеции. В ближайшие полтора десятилетия прогнозируется

некоторый рост продуктивности таких объектов, хотя в этот период будут исчерпаны ресурсы нескольких значимых месторождений. Среди них — Скорпион (Skorpion) в Намибии, Риддер-Сокольное, а позднее — Малеевское в Казахстане и ряд более мелких объектов в Португалии, Канаде, Мексике, Китае и других странах. В то же время выбывание добычных мощностей может быть компенсировано вводом в эксплуатацию подготавливаемых колчеданно-полиметаллических месторождений, среди которых ключевыми являются Ситронен (Citronen) в Гренландии, Озерное в России и Енипазар (Yenipazar) в Турции; суммарно на них после выхода на проектную мощность будет добываться около 670 тыс. т цинка в год. Позднее планируется начало добычи на месторождениях Кемпфилд (Kempfield) в Австралии, Талсекуа-Чиф (Tulsequah Chief), Хаккетт-Ривер (Hackett River) в Канаде, Бамниа-Калан (Bamnia Kalan) в Индии. В результате к 2030 г. добыча цинка на колчеданно-полиметаллических месторождениях может остаться на уровне 2015 г.

Роль медноколчеданных месторождений, напротив, будет постепенно сокращаться. Они являются основой сырьевой базы цинка России — на медноколчеданных месторождениях Урала добывается около 70% отечественного металла; самые крупные рудники действуют на Учалинском и Узельгинском месторождениях. В других странах роль месторождений этого типа меньше, добывающие предприятия на таких объектах чаще мелкие и средние по количеству добываемого сырья. Тем не менее, известны и сравнительно крупные рудники, в том числе Серро-Линдо (Cerro Lindo) в Перу, Биша-Хамбок (Bisha-Hambok) в Эритрее, Гацунь в Китае, Гринс-Крик (Greens Creek) в США, Гарпенберг в Швеции, предприятие, эксплуатирующее месторождения Восточной группы в Казахстане. До 2013 г. в Канаде эксплуатировалось крупное месторождение Брансуик, где извлекалось 215–250 тыс. т цинка в год; ныне оно отработано.

В рассматриваемый период, как и для других типов месторождений цинка, прогнозируется постепенное истощение ресурсов некоторых объектов, в том числе Серро-Линдо (Cerro Lindo) в Перу и Биша-Хамбок (Bisha Hambok) в Эритрее и ряда более мелких. Осваиваемые в Австралии, Канаде, Мексике и России месторождения не компенсируют выбывания мощностей, суммарно на них может быть добыто только около 260 тыс. т цинка. Наиболее значимые из них — Катчо (Kutcho) в Канаде, Стокман (Stockman) и группа месторождений Пилбара (Pilbara) в Австралии — могли быть вовлечены в отработку уже в 2018 г. Лицензия на крупнейшее подготавливаемое к эксплуатации месторождение Хнайгуия (Khnaiguayah) в Саудовской Аравии, где по проекту должно было добываться более 62 тыс. т цинка в год, аннулирована в конце

Добычные возможности недр

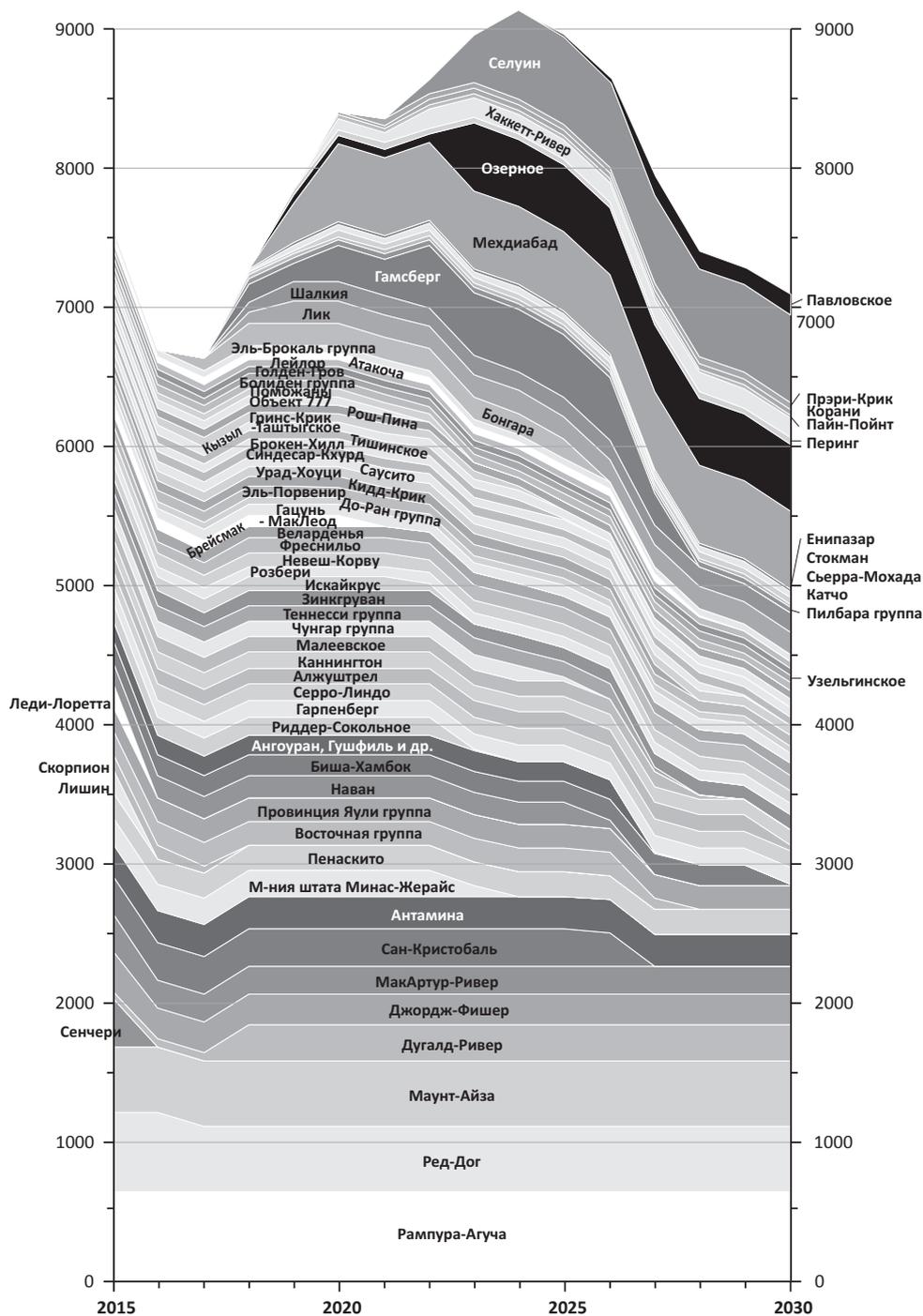


Рис. 8.2 Прогноз добычи цинка на основе ресурсов важнейших месторождений мира в 2015–2030 гг., тыс. т

2015 г. В связи с этим прогнозируется, что к 2030 г. на медноколчеданных месторождениях в осадочно-вулканогенных толщах будет добываться на 40% меньше металла, чем сегодня.

Таким образом, к 2030 г. ведущими по производству цинка в мире могут стать медно-свинцово-цинковые колчеданные объекты в терригенных породах и свинцово-цинковые стратиформные в карбонатных породах, третью и четвертую позицию займут полиметаллические жильные (в том числе со скарнами) месторождения и колчеданно-полиметаллические в осадочно-вулканогенных породах; суммарно на эти геолого-промышленные типы придется почти 90% добычи. В то же время роль медноколчеданных месторождений в вулканических толщах может заметно сократиться.

Прогноз добычи цинка на важнейших месторождениях мира до 2030 г.

Около пяти десятков по большей части уникальных и крупных эксплуатируемых месторождений обеспечивают сегодня более половины добываемого в мире цинка, добыча его на каждом превышает 50 тыс. т. Оставшаяся часть металла извлекается, чаще всего попутно, на средних и мелких месторождениях, количество которых исчисляется сотнями.

Самые мощные добывающие предприятия действуют на месторождениях Рампура-Агуча в Индии, Ред-Дог в США и Маунт-Айза в Австралии (рис. 8.2); в 2015 г. на них было добыто 640 тыс. т, 570 тыс. т и 478 тыс. т цинка соответственно. Это уникальные по масштабу объекты, ресурсов большинства из которых достаточно для поддержания этого уровня добычи на многие годы вперед. Так, ресурсы месторождения Маунт-Айза оцениваются в 37,3 млн т цинка. Стоит, однако, отметить, что эксплуатирующая месторождение Ред-Дог компания *Teck Resources Ltd.* планирует с 2017 г. сократить добычу на нем до 470 тыс. т цинка в год, что позволит ей продолжать работу рудника до 2031 г. включительно [27]. До недавнего времени в число крупнейших продуцентов цинка входил закрытый в 2015 г. рудник на австралийском месторождении Сенчери.

Сырьевая база добывающих предприятий меньшего масштаба (менее 300 тыс. т цинка в год) неоднородна, в ближайшие полтора десятилетия компании-операторы многих из них вынуждены будут завершить работу из-за истощения ресурсов разрабатываемых ими месторождений. Самым крупными из них станут Сан-Кристоваль в Боливии, ресурсы которого будут исчерпаны в 2027 г., и группа месторождений штата Минас-Жерайс

в Бразилии (2024 г.). Это будет означать выбывание мощностей по добыче в объеме примерно 460 тыс. т цинка в год. Прекратят свое существование и более мелкие рудники, в том числе Скорпион (Намибия), Наван (Ирландия), Искайкрус (Перу), Малеевское (Казахстан) и некоторые другие предприятия в Перу, Иране, Бразилии, Казахстане, разработка каждого из которых в отдельности обеспечивает 100–200 тыс. т цинка в год. Ограничены ресурсы более мелких продуцентов, среди них — действующие на месторождениях Кидд-Крик (Канада), Поможаны (Польша), Атакоча (Перу), Тишинское (Казахстан) и др.

Все это будет означать, что к 2030 г. суммарная добыча цинка на эксплуатируемых ныне крупных и крупнейших месторождениях сократится с 7,5 млн т до 4,5 млн т.

Замещение выбывающих добычных мощностей будет происходить за счет освоения новых месторождений, среди которых есть четыре уникальных по масштабу объекта: российское Озерное месторождение в Республике Бурятия, месторождение Гамсберг в ЮАР, Мехдибад в Иране, на каждом из которых со временем планируется получать 450 тыс. т и более цинка в год, и Селуин в Канаде, мощность рудника на котором может достичь 630 тыс. т (табл. 8.1). Воплощение в жизнь таких крупных проектов требует больших временных, организационных и инвестиционных затрат.

Таблица 8.1 Проекты освоения месторождений цинка в мире

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по выпуску цинка в концентрате, тыс. т	Другие полезные компоненты
Медно-свинцово-цинковый колчеданный в терригенных породах					
Перинг	ЮАР	FS	2019	40	Pb
Прэри-Крик	Канада	PFS	2021	45	Pb, Ag
Свинцово-цинковый стратиформный в карбонатных породах					
Бонгара	Перу	PFS	2017	90–135	Pb, Ag
Гамсберг	ЮАР	FS	2018	130–450	Pb, Mn
Дугалд-Ривер	Австралия	FS	2018	260	Pb, Ag
Леннард-Шелф	Австралия	SS	2024	45	Pb

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по выпуску цинка в концентрате, тыс. т	Другие полезные компоненты
Лик	США	SS	2018	160	Pb, Ag
Мехдиабад	Иран	FS	2019	300–560	Pb, Ag
Павловское	Россия	SS	2020	130	Pb, Ag
Пайн-Поинт	Канада	PFS	2017 (отложен до 2020)	30	Pb
Селуин	Канада	FS	2022	630	Pb
Сьерра-Мохада	Мексика	SS	2018	40	Ag**
Шалкия	Казахстан	FS	2018 (перезапуск)	135	Pb
Полиметаллический жильный (в том числе со скарнами)					
Корани	Перу	FS	2020	40	Ag**, Pb
Питаррилья	Мексика	FS	2017	10	Ag**, Pb
Пулакайо	Боливия	FS	2018	10	Ag**, Pb
Санта-Ана	Перу	FS	2014 (отложен до 2020)	20	Ag**, Pb
Сан-Фелипе	Мексика	SS	2018 (отложен до 2023)	25	Ag**, Pb
Тамбомайо	Перу	FS	2017	10	Au**, Pb, Ag
Сан-Хулиан	Мексика	FS	2016	23	Ag**, Au, Pb
Колчеданно-полиметаллический в осадочно-вулканогенных породах					
Енипазар	Турция	FS	2018	20	Au**, Cu, Pb, Ag
Кемпфилд	Австралия	SS	2020	20	Ag**, Au, Pb
Озерное	Россия	FS	2019	480	Pb, Ag
Ситронен	Гренландия	FS	2017	16	Pb

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по выпуску цинка в концентрате, тыс. т	Другие полезные компоненты
Талсекуа-Чиф	Канада	FS	2014 (отложен до 2020)	25	Au, Cu, Pb, Ag
Бамниа-Калан	Индия	SS	2020	12	Pb, Ag
Хаккетт-Ривер	Канада	SS	2020	75–140	Au, Cu, Pb, Ag
Арипуанан	Бразилия	PFS	2016 (отложен)	60	Pb, Au, Cu, Ag
Медноколчеданный в осадочно-вулканогенных породах					
Катчо	Канада	PFS	2018	30	Cu**, Au, Ag
Пилбара группа	Австралия	FS	2018	40	Cu**, Au, Pb, Ag
Стокман	Австралия	FS	2018	45	Cu**, Au, Ag
Хнайгуия	Саудовская Аравия	FS	2017 (отложен)	65	Cu

*SS — Scoping Study, PFS — Pre-feasibility Study, FS — Feasibility Study

** — основной компонент

Наиболее продвинутым на сегодняшний день является проект по освоению месторождения Гамсберг: в 2015 г. на нем велись вскрышные работы, а начало добычи было запланировано на 2018 г. [19]. С вводом в эксплуатацию этого месторождения компания-оператор *Vedanta Resources plc* рассчитывает восполнить последствия истощения ресурсов на своих месторождениях Лишин (Ирландия) и Скорпион (Намибия). Однако сырьевая база месторождения Гамсберг может быть исчерпана уже в 2028 г., если своевременные геологоразведочные работы не нарастят его сырьевой потенциал. Та же компания развивает гигантский проект, предусматривающий освоение канадского месторождения Селуин, начало отработки которого запланировано на 2022 г.

Кроме этих крупнейших проектов, заметными событиями могут стать начало эксплуатации крупного месторождения Лик в США, проектируемый уровень добычи на котором составляет 160 тыс. т цинка в год, а так-

же перезапуск после модернизации рудника на месторождении Шалкия (Казахстан), остановленного в 2008 г., где будет добываться до 135 тыс. т цинка в год. Менее значимый вклад в мировую добычу цинка можно ожидать в случае успешной реализации проектов освоения месторождений Прэри-Крик, Катчо, Пайн-Пойнт (Канада), Стокман (Австралия), Перинг (ЮАР), Корани (Перу), Енипазар (Турция) и др., на каждом из которых планируется добывать от 20 тыс. т до 45 тыс. т цинка в год, и нескольких более мелких объектов.

Совокупная мощность добывающих предприятий, которые могут быть сооружены на осваиваемых месторождениях в обозримой перспективе, составит 2,6 млн т цинка в год. Это не позволит полностью компенсировать выбывающие мощности эксплуатируемых сегодня месторождений, вследствие чего добыча цинка на основных месторождениях в 2030 г. может оказаться примерно на 10% ниже, чем в 2015 г.

Прогноз добычи цинка основных стран-производителей до 2030 г.

Запасами и ресурсами цинка располагают более 70 стран мира (табл. 8.2). На сегодняшний день промышленные запасы (proved+probable reserves) цинка, по нашей оценке, достигают 230 млн т, а его суммарные ресурсы (measured+indicated+inferred resources) превышают 724 млн т.

Таблица 8.2 Ресурсы и запасы цинка в мире, тыс. т

Страна	Категория	Значение
Россия*	Запасы категорий A+B+C ₁	40766
	Запасы категории C ₂	18988
	Запасы забалансовые	5703
Австралия	Proved + Probable Reserves	23680
	Measured + Indicated + Inferred Resources	88240
Азербайджан	Запасы категорий A+B+C ₁	3648
	Запасы категории C ₂	110
Алжир	Probable Reserves	1821'
	Measured + Indicated + Inferred Resources	3503'

Добычные возможности недр

Страна	Категория	Значение
Аргентина	Proved + Probable Reserves	240^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	692 ^r
Армения	Reserves	25^r
	Resources	352 ^r
Афганистан	Inferred Resources	100
Болгария	Reserves	1145^r
	Resources	2475 ^r
Боливия	Proved + Probable Reserves	3310^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	5155 ^r
Ботсвана	Indicated + Inferred Resources	455 ^r
Бразилия	Reserves	1400^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	3130 ^r
Буркина-Фасо	Proved + Probable Reserves	380^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	930 ^r
Великобритания	Indicated + Inferred Resources	104 ^r
Венгрия	Resources	1244 ^r
Венесуэла	Resources	416 ^r
Вьетнам	Reserves	230^r
Гватемала	Proved + Probable Reserves	346^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	582 ^r
Германия	Indicated + Inferred Resources	256 ^r
Гондурас	Proved + Probable Reserves	92^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	460 ^r
Гренландия	Proved + Probable Reserves	146^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	3990 ^r
Греция	Proved + Probable Reserves	990^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1310 ^r

Страна	Категория	Значение
Грузия	Reserves	250^r
	Resources	550 ^r
Дем.Респ.Конго	Measured + Indicated + Inferred Resources	4250 ^r
Доминик.Респ.	Measured + Indicated + Inferred Resources	330 ^r
Индия	Reserves	10893
	Resources	35856
Индонезия	Proved + Probable Reserves	950
	Resources	5772
Иран	Reserves	10840^r
	Resources	19730 ^r
Ирландия	Proved + Probable Reserves	885^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	6190 ^r
Испания	Proved + Probable Reserves	570^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	3990 ^r
Италия	Resources	1900 ^r
Йемен	Mineable Reserves	800^r
	Resources	1160 ^r
Казахстан	Proved + Probable Reserves	9920^r
	Запасы категорий A+B+C₁+C₂	33000
Канада	Proved + Probable Reserves	5798^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	47184 ^r
Кения	Inferred Resources	91 ^r
Киргизия	Reserves	18
	Resources	453
Китай	Ensured Reserves	40341
	Resources	144860
Корея Северная	Resources	11000 ^r
Корея Южная	Resources	4145 ^r

Добычные возможности недр

Страна	Категория	Значение
Куба	Resources	463 ^r
Македония	Reserves	310^r
	Resources	540 ^r
Марокко	Resources	2260 ^r
Мексика	Proved + Probable Reserves	15730^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	40520 ^r
Монголия	Reserves	1220^r
	Resources	3000 ^r
Мьянма	Resources	650 ^r
Намибия	Proved + Probable Reserves	670^r
	Resources	1380 ^r
Норвегия	Resources	150 ^r
Пакистан	Resources	1700 ^r
П.-Нов. Гвинея	Indicated + Inferred Resources	18 ^r
Перу	Proved + Probable Reserves	25382
	Measured + Indicated + Inferred Resources	51070 ^r
Польша	Potentially Economic Reserves	225
	Запасы категорий A+B+C₁+C₂	3566
Португалия	Proved + Probable Reserves	2370^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	9880 ^r
Румыния	Resources	375 ^r
Сальвадор	Indicated + Inferred Resources	42 ^r
Сауд. Аравия	Proved + Probable Reserves	1120^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	2090 ^r
Сербия	Reserves	1860^r
	Resources	2120 ^r
США	Proved + Probable Reserves	11350^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	50690 ^r

Страна	Категория	Значение
Таджикистан	Запасы категорий А+В+С ₁	4543
	Запасы категории С ₂	3202
Таиланд	Resources	260 ^r
Тунис	Estimated Resources	280 ^r
Турция	Proved + Probable Reserves	1675^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1810 ^r
Узбекистан	Запасы категорий А+В+С ₁	5000 ^r
	Запасы категории С ₂	411
Украина	Запасы категорий А+В+С ₁	724
	Запасы категории С ₂	811
Филиппины	Resources	12 ^r
Финляндия	Proved + Probable Reserves	3730^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	10510 ^r
Франция	Исторические ресурсы	1200
Черногория	Inferred Resources	340
Чехия	Potentially Economic Reserves	472
Чили	Proved + Probable Reserves	150^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	700 ^r
Швеция	Proved + Probable Reserves	3090^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	6920 ^r
Эквадор	Indicated + Inferred Resources	270 ^r
Эритрея	Proved + Probable Reserves	1220^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	3480 ^r
ЮАР	Proved + Probable Reserves	3845^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	5520 ^r
Япония	Выявленные ресурсы	6500 ^r

По данным: [3; 4; 5; 6; 7; 10; 11; 12; 15; 16; 20; 21; 24; 25; 28; 29; 32].

* — по данным официальных источников

^r — сумма по известным месторождениям

Добычные возможности недр

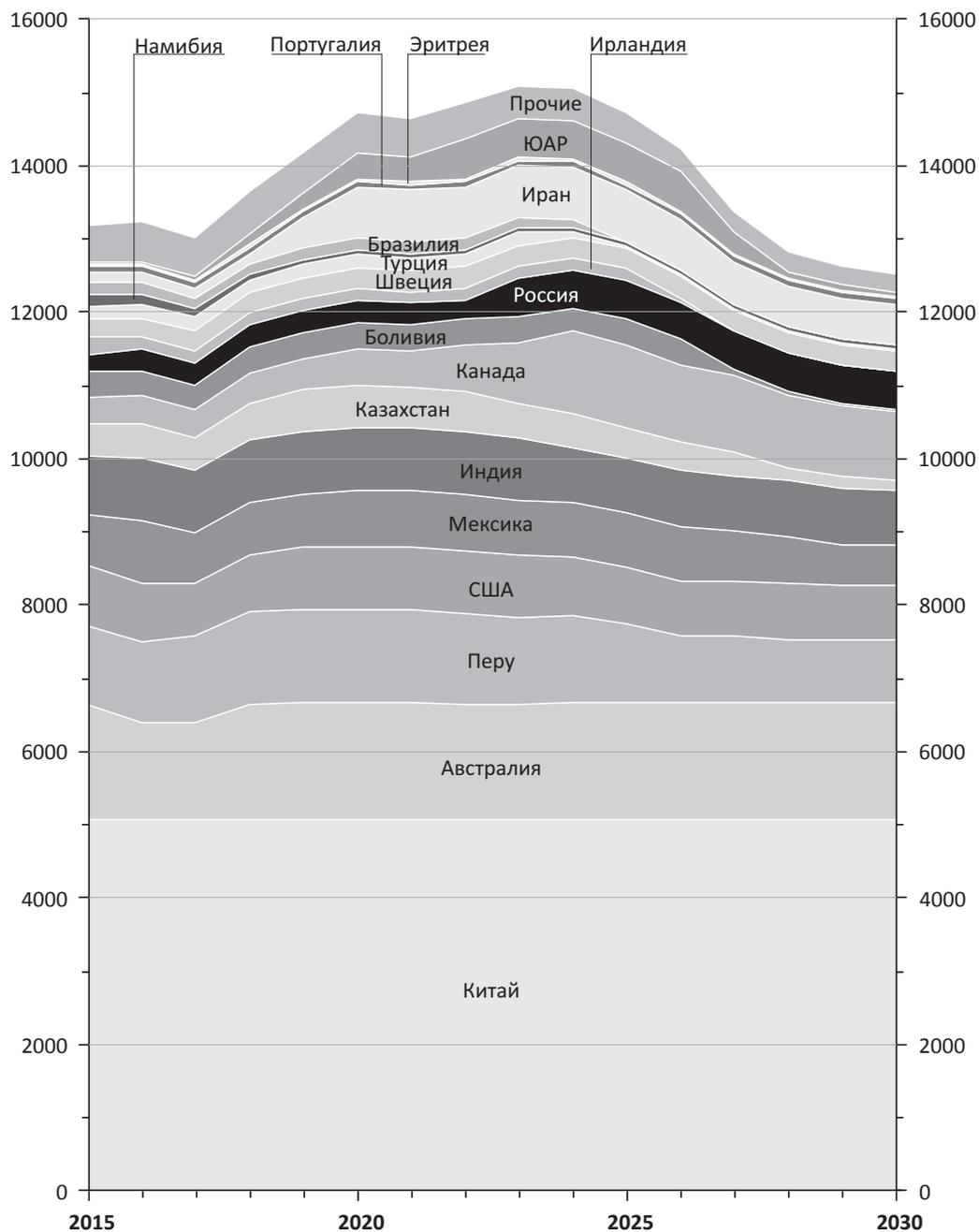


Рис. 8.3 Прогноз добычи цинка на основе ресурсов стран-производителей в 2015–2030 гг., тыс. т

Добыча цинка в мире в 2015 г. составила 13,6 млн т (табл. 8.3). Среди стран-производителей цинка недостижимым лидером по его добыче является Китай, в последние годы обеспечивающий почти 40% мировой добычи металла (рис. 8.3). Кроме КНР, в группу крупных производителей входят Австралия, Перу, Мексика, США и Индия, но производственные мощности этих стран несопоставимы с возможностями Китая, они обеспечивают не более 6–11% мирового выпуска цинка каждая; доля России не превышает 1,5% его суммарной добычи.

Таблица 8.3 Динамика добычи цинка, извлекаемого в концентрат, в мире в 2011–2015 гг., тыс. т

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Австралия	1 472	1 533	1 524	1 566	1 578
Аргентина	38	42	48	44	34
Армения	9	7	7	6	5
Болгария	11	13	14	13	17
Боливия	427	390	407	449	442
Босния и Герцеговина	7	8	7	8	8
Бразилия	186	163	152	169	156
Буркина-Фасо	—	—	32	65	68
Вьетнам	34	25	20	17	15
Гватемала	7	3	1	13	15
Гондурас	23	26	25	30	23
Греция	21	21	20	21	12
Дем. Респ. Конго	12	11	10	15	14
Индия	780	758	793	706	821
Индонезия	2	3	3	3	12
Иран	138	140	134	139	124
Ирландия	344	338	327	283	236
Испания	33	29	25	27	42
Казахстан	429	425	417	378	369

Добычные возможности недр

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Канада	623	641	419	353	292
Китай	4050	4340	4607	5065	5068
КНДР	34	35	36	32	26
Лаос	2	1	1	—	—
Македония	28	28	31	32	29
Марокко	45	46	41	45	47
Мексика	632	660	643	660	699
Монголия	46	56	52	41	34
Мьянма	9	10	5	6	5
Намибия	215	181	215	174	146
Нигерия	3	15	7	6	9
Пакистан	18	14	2	—	—
Перу	1256	1281	1351	1319	1422
Польша	65	58	56	55	53
Португалия	4	30	53	67	62
Россия	197	189	193	192	206
Румыния	9	8	2	4	3
Саудовская Аравия	5	21	26	24	17
Сербия	12	8	12	14	10
США	769	739	777	831	825
Таджикистан	9	18	24	45	42
Таиланд	30	35	21	20	41
Турция	160	209	200	211	184
Узбекистан	5	6	8	8	8
Филиппины	18	20	17	0	—
Финляндия	64	52	41	46	25
Черногория	3	5	5	7	8

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Чили	37	27	30	45	48
Швеция	194	189	177	222	252
ЮАР	37	37	30	26	29
<i>Итого</i>	12 552	12 894	13 048	13 502	13 581

По данным ILZSG: [18].

По официальным сведениям, ресурсы цинка в Китае оцениваются в 145 млн т [21]. Исходя из этого, сырьевая база цинка достаточна для продолжения добычи на уровне 2015 г. на протяжении еще почти трех десятилетий. Вероятно, количество добываемого металла в Китае не всегда будет находиться на столь же высоком уровне, однако причиной сокращения скорее будет не дефицит сырья в недрах, а рыночные условия.

В Австралии уже в 2016 г. произошел спад производства, который предварительно оценивался более чем в 30% относительно 2015 г. Одной из основных причин этого является исчерпание запасов и закрытие рудника на месторождении Сенчери, в последний год эксплуатации обеспечившего 345 тыс. т цинка. Дополнительное давление оказали временная консервация рудника на месторождении Леди-Лоретта (годом ранее на нем было добыто около 170 тыс. т металла) и сокращение добычи на месторождениях МакАртур-Ривер, Джордж-Фишер, Розбери (Rosebery), вызванные низкими ценами на цинк. Рост производства ожидался лишь в 2018 г., когда было запланировано начало эксплуатации месторождений Стокман и группы Пилбара, суммарно на которых может извлекаться более 80 тыс. т цинка в год, и Дугалд-Ривер, где проектируется рудник мощностью по добыче около 260 тыс. т цинка ежегодно. В случае реализации этих планов добыча цинка в стране превысит уровень 2015 г. и составит более 1,6 млн т в год. Это позволит Австралии в дальнейшем удерживать позицию второго производителя цинка в мире после Китая, даже если рудники, на которых добыча была снижена, не вернуться к максимальным показателям производства.

В Перу в ближайшее время прогнозируется некоторое расширение добычи цинка за счет ввода в эксплуатацию в 2017 г. месторождений Бонгара и Тамбомайо, на которых будет добываться более 150 тыс. т цинка, а в 2020 г.— Корани и Санта-Ана с суммарной производственной мощностью 45 тыс. т цинка в год. Однако в следующем десятилетии

ожидается истощение ресурсов месторождений Искайкрус (в 2023 г.) и Чунгар (в 2026 г.), на каждом из которых производство цинка составляет более 100 тыс. т в год, и Бонгара (в 2028 г.), а также ресурсов более мелких продуцентов. В результате к 2030 г. добыча цинка в Перу может оказаться на 20% меньше, чем в 2015 г.

В Мексике, как и в Перу, в ближайшей перспективе возможно некоторое увеличение добычи цинка из недр в случае успешной реализации проектов освоения месторождений Сан-Хулиан, Сьерра-Мохад, Питаррилья, Сан-Фелипе и др. И лишь к концу рассматриваемого периода производство может снизиться почти на 20% относительно уровня 2015 г. за счет истощения ресурсной базы некоторых мелких объектов.

В США, начиная с 2018 г., ожидается некоторое наращивание объема производства цинка при условии ввода в строй рудника проектной мощностью по его добыче 160 тыс. т в год на месторождении Лик. С середины следующего десятилетия возможен спад производства примерно на 10% относительно уровня 2015 г., обусловленный истощением запасов ныне эксплуатируемых объектов Пенд-Ориелле и Гринс-Крик.

В Индии прогнозируется сохранение объема добываемого из недр цинка в течение всего рассматриваемого периода. Ресурсы крупнейшего в мире рудника на месторождении Рампура-Агуча, обеспечивающего 70–80% индийского производства металла, достаточны для его работы на долгие годы, истощения сырьевой базы более мелких объектов также не ожидается. Исключение составляет месторождение Каяд (Kayad), где добывается около 80 тыс. т цинка в год, но его выбывание может быть частично компенсировано в случае освоения месторождения Бамниа-Калан.

Казахстан к концу следующего десятилетия может перейти в группу мелких продуцентов из-за истощения ресурсов Риддер-Сокольного, Тишинского и Малеевского месторождений. Перезапуск рудника на месторождении Шалкия, где планируется добывать около 135 тыс. т цинка в год, сможет лишь частично компенсировать выбывание добывающих мощностей.

В то же время три страны могут существенно упрочить свое положение как ведущих продуцентов цинка. Прежде всего это касается Канады, где в 2023–2024 гг. ожидается двукратный рост добычи металла, который станет возможным в случае ввода в начале следующего десятилетия в эксплуатацию рудников на месторождениях Катчо, Талсекуа-Чиф, Пайн-Поинт и Хаккетт-Ривер суммарной проектной мощностью 270 тыс. т цинка в год, а чуть позднее — гигантского добывающего предприятия на месторождении Селуин, где после выхода на полную мощность будет ежегодно добываться

630 тыс. т цинка. Реализация этих планов позволит Канаде приблизиться по объему его производства к Австралии и занять третье место в рейтинге крупнейших мировых продуцентов.

Возможности значительно увеличить добычу цинка имеет Россия в случае, если будет успешно осуществлен проект освоения Озерного месторождения в Бурятии, добыча цинка на котором может составить более 480 тыс. т в год. Однако реализация проектов такого масштаба всегда связана с большими трудностями и требует крупных инвестиций. Более реальным представляется проект расширения мощности действующего рудника на Корбалихинском месторождении, добыча на котором может увеличиться втрое, до 100 тыс. т цинка в год. Кроме того, в 2025 г. может начаться разработка Павловского месторождения на о. Новая Земля с выходом на проектную мощность 130 тыс. т цинка в год. Однако этот проект относится к низкорентабельным.

И, наконец, планируемый уже в ближайшие годы ввод в эксплуатацию гигантского месторождения Мехдибад в Иране, где ведется сооружение добывающего предприятия проектной мощностью по добыче до 560 тыс. т цинка, может вывести страну в ряды ведущих продуцентов цинка.

При условии завершения проектов освоения месторождений Гамсберг и Перинг, где планируется добывать 450 тыс. т и до 40 тыс. т цинка в год соответственно, может существенно вырасти производство цинка в ЮАР. Однако сырьевая база нового рудника Гамсберг может быть исчерпана уже к концу следующего десятилетия, что будет означать падение добычи в стране.

В то же время ряд мелких продуцентов цинка в ближайшие полтора десятилетия могут снизить добычу цинка или вовсе сойти со сцены из-за истощения ресурсов эксплуатируемых в этих странах месторождений. Это Боливия, где ожидается исчерпание ресурсов месторождения Сан-Кристобаль, Ирландия (Наван), а также Бразилия, Турция, Намибия и др.

В целом, если не брать в расчет Китай, добыча цинка в странах-продуцентах в 2017 г. могла заметно сократиться, но в дальнейшем прогнозировался активный рост объема извлекаемого из недр металла. Пик его ожидается в 2023–2024 гг., когда прирост производства цинка вне Китая относительно 2015 г. может превысить 1,8 млн т. Позднее исчерпание ресурсов эксплуатируемых объектов может привести к новому спаду и к 2030 г. выпуск металла может оказаться на 10% меньше, чем в 2015 г.

Круг ведущих продуцентов цинка с большой вероятностью расширится, в него, кроме традиционных продуцентов, могут войти Канада, Россия и Иран.

Добычные возможности недр

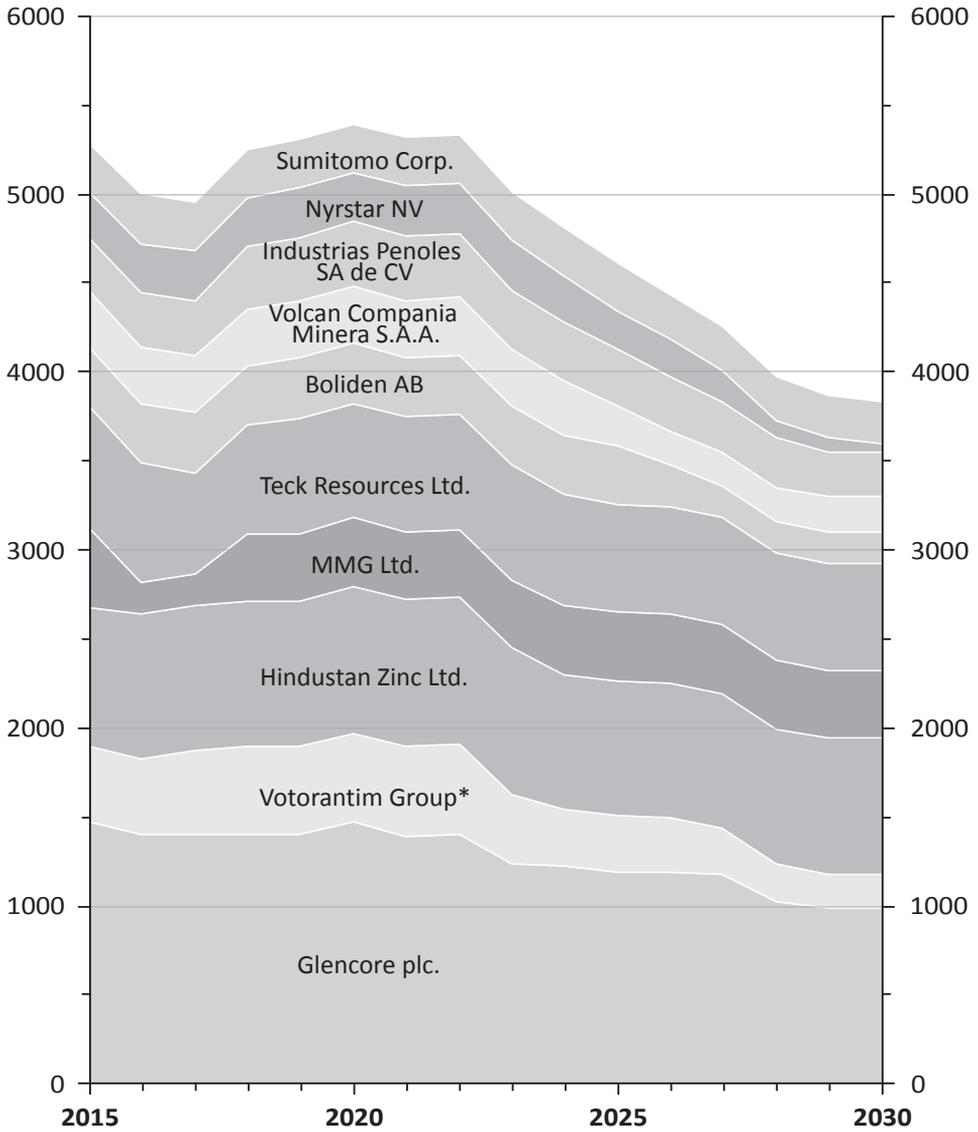


Рис. 8.4 Прогноз добычи цинка на основе ресурсов, находящихся в распоряжении крупнейших добывающих компаний, в 2015–2030 гг., тыс. т (* — неполные данные)

Прогноз добычи цинка горными компаниями до 2030 г.

Более 42% мирового производства первичного цинка в 2015 г. обеспечили десять крупнейших горнодобывающих компаний, добыча каждой из них превышает 200 тыс. т (табл. 8.4). Лидером среди них выступает международный горно-металлургический гигант *Glencore plc*, добывший в 2015 г. 1444,8 тыс. т цинка. Корпорация обладает активами в Австралии, где в ее распоряжении находятся крупнейшие эксплуатируемые месторождения Маунт-Айза, Мак-Артур-Ривер, Леди-Лоретта, а также в Канаде, Казахстане, Перу и других странах. Прекращение работы рудника Леди-Лоретта и снижение производства на других предприятиях компании уменьшило производственные показатели 2016 г. на 350 тыс. т цинка относительно 2015 г. [14]. Компания развивает ряд проектов освоения новых месторождений, в том числе Хаккетт-Ривер в Канаде, на котором рудник проектной мощностью до 140 тыс. т цинка в год должен быть введен в строй в 2020 г. Это позволит компании поддерживать текущий уровень добычи до 2022 г. включительно, однако истощение ресурсной базы некоторых ее казахстанских активов, канадских месторождений Брейсмак-МакЛеод и Кидд-Крик, перуанского Искайкрус, а также некоторых мелких объектов приведет к снижению добычи цинка. К 2030 г. *Glencore plc* может сократить уровень добычи цинка на треть от текущего уровня (рис. 8.4).

Таблица 8.4 Ведущие компании, добывающие цинк в мире

Компания	Эксплуатируемые месторождения*	Пр-во цинка в конц-те в 2015 г., тыс. т	Осваиваемые месторождения*
<i>Glencore plc</i>	Маунт-Айза, МакАртур-Ривер, Леди-Лоретта (Австралия), Искайкрус — 97,6%, Антамина — 33,75% (Перу), Риддер-Сокольное — 69,7%, Малеевское — 69,7% (Казахстан), Брейсмак-МакЛеод, Кидд-Крик (Канада), и пр.	1444,8	Хаккетт-Ривер, Объект PD1–50% (Канада), Ситронен — 10,7% (Гренландия), Жайрем — 69,7% (Казахстан)
<i>Votorantim Group</i>	М-ния штата Минас-Жерайс (Бразилия), Атакоча, Серро-Линдо, Эль-Провенир (Перу)	1015,4	Арипуанан (Бразилия), Марри-Брук (Канада), Бонгара, Иларион (Перу)

Добычные возможности недр

Компания	Эксплуатируемые месторождения*	Пр-во цинка в конц-те в 2015 г., тыс. т	Осваиваемые месторождения*
<i>Hindustan Zinc Ltd.</i>	Рампура-Агуча, Синдесар-Кхурд, Завар, Каяд, Раджпура-Дариба (Индия)	774,3**	Бамниа-Калан (Индия)
<i>MMG Ltd.</i>	Сенчери, Розбери, Голден-Гров (Австралия)	453,7***	Дугалд-Ривер (Австралия), Айзок-Лейк, Хай-Лейк (Канада)
<i>Teck Resources Ltd.</i>	Ред-Дог, Пенд-Ориелле (США), Антамина (Перу), Дак-Понд (Канада)	658	Лик (США), Сан-Николас (Мексика)
<i>Boliden AB</i>	Гарпенберг, Болиден группа (Швеция), Наван (Ирландия), Оутокумпу группа (Финляндия)	299	Роклиден (Швеция)
<i>Volcan Compania Minera S.A.A.</i>	Чунгар группа, Альпамарка — Рио-Пальянга группа, Провинция Яули группа, Рио-Пальянга, Серро-де-Паско (Перу)	284,9	—
<i>Industrias Penoles SA de CV</i>	Веларденья, Фреснильо, Съенега, Саусито, Франсиско-И.-Мадеро, Тисапа — 51%, и пр. (Мексика)	265,1	Санто-Ниньо, Сан-Карлос, Сан-Хулиан, Хуанисипио (Мексика)
<i>Nyrstar NV</i>	Ист-Теннесси, Мидл-Теннесси (США), Эль-Токи (Чили), Эль-Мочито (Гондурас), Контонга (Перу), и пр.	234	Ситронен — 23,6% (Гренландия)
<i>Sumitomo Corp.</i>	Сан-Кристобаль (Боливия), Тисапа — 10% (Мексика)	230***	—
ВСЕГО		5829,2	

По данным: [8; 9; 13; 17; 22; 23; 26; 27; 30; 31]

* — % указана доля активов, которыми владеет компания, если она менее 100%

** — за финансовый год, закончившийся 31.03.2016 г.

*** — оценка

Мы не располагаем полными количественными данными, характеризующими ресурсную базу второго в мире продуцента, бразильского концерна

Votorantim Group. Прежде всего, неполны сведения о его основном источнике цинка — бразильских месторождениях и о проектах освоения новых месторождений, развиваемых им. Известно, что в 2015 г. компанией произведено более миллиона тонн первичного металла, однако, судя по имеющимся данным, *Votorantim Group* может столкнуться с проблемой исчерпания ресурсной базы бразильских объектов и перуанского месторождения Атакоча, что может привести к снижению ее показателей.

Индийская компания *Hindustan Zinc Ltd.*, контролируемая диверсифицированной горно-металлургической компанией *Vedanta Resources plc.*, базирующейся в Лондоне, эксплуатирует гигантское месторождение Рампура-Агуча, где в 2015 г. произведено 640,8 тыс. т цинка, что составило более 80% объема выпуска компании. Сырьевая база этого, а также других активов *Hindustan Zinc Ltd.*, за исключением рудника Каяд, достаточна, чтобы поддерживать производство на близком к 2015 г. уровне до 2030 г. и далее.

Остальные компании-производители выпускают менее 500 тыс. т цинка в год. В их распоряжении находятся крупные и средние предприятия в различных странах, промышленные запасы которых позволяют большинству из них поддерживать текущий уровень производства в течение длительного времени. Наиболее вероятен риск его сокращения у компании *Nyrstar NV*, ресурсная база которой ограничена. В нее входят месторождения группы Теннесси в США, чилийское Эль-Токи, канадское Ланглуа (Langlois) и др. Однако она, также как *Glencore plc* и австралийско-китайская компания *MMG Ltd.*, отличается систематичностью геологоразведочных работ, что позволяет ей ежегодно получать прирост промышленных запасов цинка на эксплуатируемых месторождениях и развивать новые проекты. В частности, она участвует в освоении крупного месторождения Ситронен в Гренландии.

Компания *MMG Ltd.* в 2015 г. отработала крупное месторождение Сенчери в Австралии, в связи с чем столкнулась с серьезным спадом производства. Восполнить его может ожидаемый в 2018 г. ввод в эксплуатацию на той же промышленной базе месторождения Дугалд-Ривер.

Ресурсная база компании *Teck Resources Ltd.* достаточна, чтобы поддерживать текущий уровень добычи как минимум до 2025 г., хотя при условии снижения производительности ее основного актива, рудника на месторождении Ред-Дог в США, его ресурсов хватит до 2031 г.

Добыча цинка более мелких производителей может в той или иной степени уменьшиться в ближайшие полтора десятилетия. Так, к середине 2020-х годов компания *Boliden AB* может отработать ирландское месторождение Наван, на котором сегодня добывает чуть менее половины металла, *Volcan*

Compania Minera S. A. A. — месторождения группы Чунгар в Перу, где получает около трети цинка, к этому же времени могут быть закрыты в связи с исчерпанием ресурсной базы некоторые из мексиканских предприятий компании *Industrias Penoles SA de CV*.

подавляющая часть цинка компании *Sumitomo Corp.* добывается на месторождении Сан-Кристоваль в Боливии, ресурсы которого нам неизвестны, однако предполагается, что они достаточны для добычи на уровне 2015 г. на ближайшие полтора десятка лет и далее.

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ ЦИНКА НА ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ И ОСВАИВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ДО 2030 г.

В целом эксплуатируемые сегодня месторождения с ресурсами цинка с каждым годом будут давать все меньше металла из-за постепенного исчерпания ресурсной базы все большего числа объектов. Заметный спад был зафиксирован уже в 2016 г. (рис. 8.5), в дальнейшем он может несколько замедлиться, а, начиная с 2022 г., темпы снижения добычи цинка ускорятся и будут составлять 2–6% в год. Результатом этого может явиться сокращение добычи цинка к 2030 г. более чем на треть по сравнению с уровнем 2015 г.

Компенсировать падение может ввод в эксплуатацию новых месторождений. Число таких проектов в 2015 г. превышало четыре десятка. Масштаб проектируемых добывающих предприятий варьирует от мелких с проектной производительностью в первые десятки тысяч тонн в год до гигантских. По крайней мере на четырех месторождениях — Селуин в Канаде, Мехдибад в Иране, Гамсберг в ЮАР и Озерное в России — запроектированы рудники мощностью по добыче около полумиллиона тонн металла ежегодно, а суммарное производство на новых месторождениях, при условии ввода их в строй в проектные сроки, могло бы превысить 4 млн т цинка в год.

Среди осваиваемых месторождений наиболее близки к вводу в эксплуатацию проекты стадии технико-экономической оценки (*feasibility study*). Количество таких проектов достигает 26, а совокупная мощность по добыче цинка — 2,9 млн т. Один из них — Тамбомайо в Перу — был завершен уже в 2016 г. Однако ни это, ни другие месторождения, ввод в эксплуатацию которых ожидался до 2017 г. включительно, не смогли компенсировать снижение добычи цинка из-за закрытия в 2015 г. рудника на месторождениях Сенчери и консервации предприятия Леди-Лоретта. Ожидалось, что в 2018 г. мощность новых предприятий будет достаточна, чтобы количество добываемого из недр цинка достигло уровня 2015 г., однако это не компенсирует возникшего на рынке

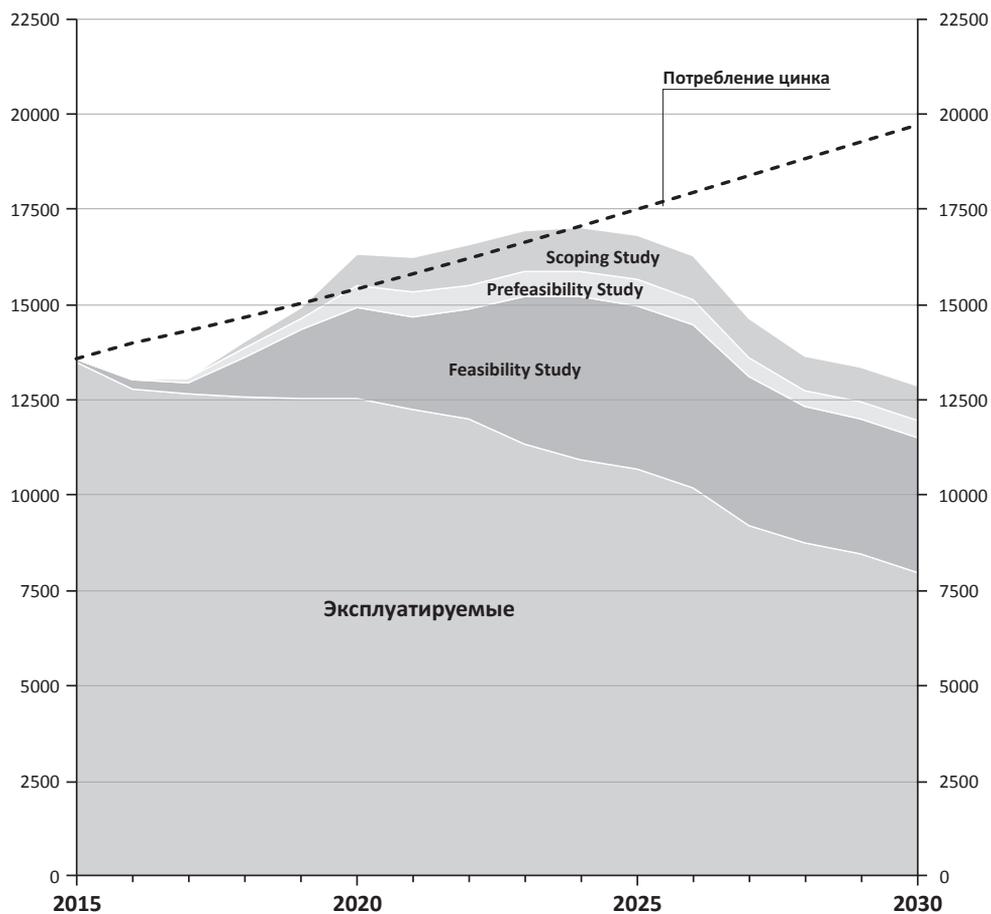


Рис. 8.5 Прогноз потребления цинка и его добычи на основе ресурсов эксплуатируемых и осваиваемых месторождений в 2015–2030 гг., тыс. т (по Китаю использованы статистические данные по стране в целом)

дефицита металла. Позднее ввод новых рудников и выход их на проектную мощность может обеспечить рост производства на 12% в 2024 г. относительно 2015 г., но в дальнейшем добыча цинка может вновь начать снижаться по мере исчерпания ресурсной базы эксплуатируемых месторождений.

Количество осваиваемых месторождений, на которых ведутся работы prefeasibility study и scoping study, невелико, их совокупная мощность составляет 1,2 млн т цинка в год. Вероятность реализации этих проектов в гораздо большей степени зависит от конъюнктуры мирового рынка. Однако, дефицит, который возник на мировом рынке цинка уже в 2015 г., по-видимому, в ближайшие годы будет только увеличиваться, поскольку реализация даже всех имеющихся

сегодня проектов, вне зависимости от стадии, лишь к 2019 г. может позволить удовлетворить возрастающий мировой спрос на цинк. В действительности же это, скорее всего, произойдет позже, так как завершение некоторого числа проектов может быть отложено по причинам, не связанным с экономикой.

Конъюнктура цинка, в отличие от других цветных металлов, в последние годы была сравнительно благоприятной. Хотя после роста 2010–2011 гг. на рынке наблюдалось снижение цен, но оно не было столь значительным, как для других металлов, а в 2014 г. они вновь испытали подъем (рис. 8.6), который был связан с ожиданиями дефицита металла на рынке из-за истощения ресурсов крупных эксплуатируемых месторождений мира. Это позволило поддержать существующие проекты освоения новых месторождений, а также начать реализацию новых проектов в разных странах. Некоторое ослабление сырьевых рынков 2015–2016 гг. затронуло и проекты освоения месторождений с запасами цинка, хотя потери отрасли оказались невелики. Число проектов, реализация которых была отложена на неопределенный срок, незначительно — их всего шесть, а их совокупная производственная мощность — лишь немногим более 220 тыс. т цинка в год. Причем два из них — Хнайгуя в Саудовской Аравии и Санта-Ана в Перу — приостановлены не по экономическим причинам, а в связи с политическими и иными обстоятельствами.

Укрепление цен, связанное с дефицитом цинка на рынке в 2016–2017 гг., было поддержано улучшением ситуации на мировых рынках сырьевых товаров в целом, благодаря чему их среднегодовой показатель 2017 г. оказался более чем на 38% выше, чем годом ранее. Таким образом, на мировом рынке сложи-

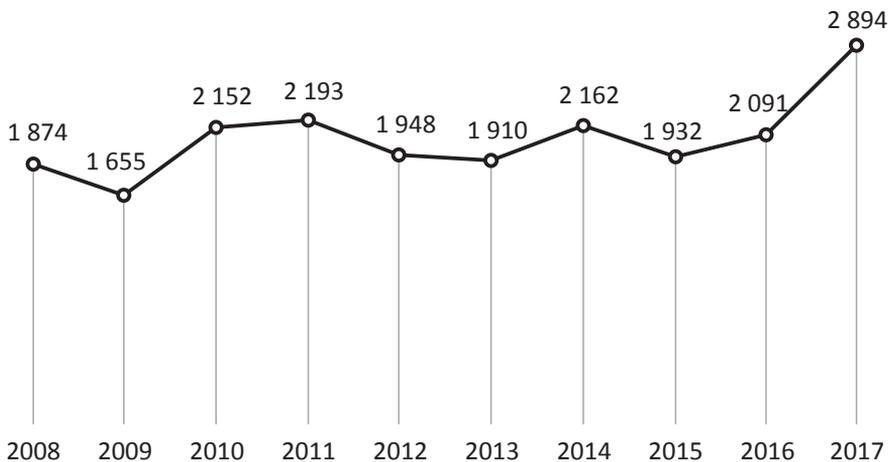


Рис. 8.6 Динамика среднегодовых цен на рафинированный цинк на Лондонской бирже металлов в 2008–2017 гг., долл./т

лась благоприятная ситуация для поставщиков цинка, которая, как ожидается останется такой как минимум в течение двух-трех лет. При росте потребления металла на уровне около 3% в год дефицит цинка мог быть компенсирован поступлением его с ныне осваиваемых объектов не ранее, чем в 2019 г.

Это означает, что условия для реализации имеющихся в мире проектов освоения новых месторождений становятся более благоприятными, более того, могут возникнуть новые проекты, сведений о которых мы еще не имеем.

Следует отметить, что усилия владельцев некоторых действующих предприятий по сохранению своих цинковых активов, в том числе путем их консервации или сокращения производства, по-видимому, оказались вполне оправданными. Возникновение новой волны дефицита и подъем рыночных цен позволит им возобновить свою деятельность, но уже с большей эффективностью.

Однако уже в начале следующего десятилетия недостаток металла на рынке может вновь смениться его перепроизводством, а, следовательно, спадом цен на него.

В создавшейся ситуации возможность серьезного укрепления своей позиции, как одного из важных поставщиков металла на мировой рынок, в настоящее время имеет Россия. Для этого необходим в самом скором времени ввод в эксплуатацию добывающего предприятия на одном из самых крупных в мире Озерном колчеданно-полиметаллическом месторождении. Однако этот проект тормозится уже в течение нескольких лет из-за необходимости гигантских инвестиций в его реализацию. Крупных затрат требует и освоение стратиформного Павловского месторождения. Задержка реализации этих проектов может означать, что продукция с них начнет поступить на рынок в значимых количествах тогда, когда на нем вновь возникнет избыток сырья.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. А. И. Кривцов и др. Месторождения колчеданного семейства. Серия: Модели месторождений благородных и цветных металлов. М. ЦНИГРИ. 2002
2. Авдонин, В. В. Месторождения металлических полезных ископаемых: Учеб. пособие для вузов. Н. А. Солодов [и др.]: ЗАО «Геоинформмарк». 1998
3. Государственный баланс запасов полезных ископаемых СССР. Цинк. 1992
4. Данные ИС МСК мира
5. Запасы и добыча важнейших видов минерального сырья зарубежных стран (на начало 1995 г.); ВНИИзарубежгеология. 1995
6. Комитет геологии и недропользования Министерства по инвестициям и развитию РК. Недропользование 2000–2013. Запасы, добыча, инвестиции. 2014
7. Мінеральні ресурси України на 01.01.2009 р. 2009

8. Boliden AB. Annual Report 2015. 2016.
9. Compañía Minera Milpo S. A.A. Memoria Anual 2015. 04.05.2016
10. Czech Geological Survey. Ministry of the Environment of the Czech Republic. Mineral Commodity Summaries of the Czech Republic 2015 (Statistical Data to 2014). 31.08.2015
11. ESDM. Publication. Key Indicator of Indonesia EMR. Key Indicator of Indonesia Energy and Mineral Resources 2011. 29.08.2012
12. Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources Table 1. Preliminary as at December 2015. 2016
13. Glencore plc. Annual Report 2015. 08.03.2016
14. Glencore plc. Annual Report 2016. 02.03.2017
15. Government of India. Ministry of Mines. Indian Bureau of Mines. Mining & Mineral Statistics. Statistical Profiles of Minerals 2013–14. 2014, April
16. Hungary Factbook 2000. Natural Resources. 2001
17. Industrias Penoles. 2015 Annual Report. 2016
18. International Lead and Zinc Study Group. Statistics. 2017
19. Mining Weekly. Americas Edition. First blast at Vedanta's new \$630m Gamsberg zinc mine. 27.07.2015
20. Ministry of Economy of the Kyrgyz Republic. Medium and Long-Term Strategy of Mining Industry Development of the Kyrgyz Republic. Volume I. 2014
21. Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2015 China Mineral Resources. 2015, October
22. MMG Ltd. 2015 Annual Results Presentation. 10.03.2016
23. Nyrstar NV. Annual Report 2015. 2016
24. Panstwowy Instytut Geologiczny. Bilans Zasobow Zloz Kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2015 r. 2016
25. Peru. Ministerio de Energía y Minas. Anuario 2014. Anexo Estadístico. 2015
26. Sumitomo Metal Mining Co. Ltd. Annual Report 2015. 2015
27. Teck Resources Ltd. Annual Information Form 2015. 31.03.2016
28. USGS. 2011 Minerals Yearbook. Montenegro (advance release). 2013, February
29. USGS. Open-File Report 02–110. Mines and Mineral Occurrences of Afghanistan. 2002.
30. Vedanta. Hindustan Zinc Ltd. Annual Report 2015–16. 2016
31. Volcan Compania Minera S.A.A. Memoria Anual 2015 (Preliminar). 2016
32. World Metal Statistics Yearbook 2016. 2016

Sn



ОЛОВО

Анализ мировых добычных возможностей эксплуатируемых и осваиваемых месторождений олова основан на количественных данных о ресурсах, запасах и добыче металла более чем 430 объектов. Для зарубежных стран учтена значительная часть гигантских, крупных и средних коренных и россыпных месторождений, а также некоторые мелкие по масштабу, если на их базе действовало или проектировалось горное предприятие. Для России учитывались все месторождения, фигурирующие в Государственном балансе запасов полезных ископаемых Российской Федерации, независимо от их масштабов, качества сырья и перспектив освоения.

Полнота данных оценивалась по доле металла, добываемого на объектах, участвовавших в анализе, в совокупном мировом производстве олова. При этом статистические данные о добыче металла, как правило, не публикуются, а сведения о производстве олова в концентрате в разных источниках заметно

различаются. По оценке *World Bureau of Metal Statistics (WBMS)* [40] в 2015 г. оно составляло около 315 тыс. т, *British Geological Survey* [12] — 341 тыс. т, *US Geological Survey* [38] — около 290 тыс. т; по нашей оценке, в 2015 г. было произведено примерно 338 тыс. т олова в концентрате. Исходя из этого, добычу металла из недр можно оценить в количестве не менее 370 тыс. т. При этом суммарная добыча на месторождениях, вошедших в анализ, составила лишь около 184 тыс. т, что составляет примерно 50% мирового показателя. Существует две главные причины такого расхождения.

Первая заключается в том, что значительную часть добычи олова в мире обеспечивают мелкие продуценты: старательские артели и их объединения, а в ряде случаев — кустари-одиночки, деятельность которых к тому же не всегда легальна. Информация об их деятельности практически недоступна, зачастую неизвестно даже, на каких объектах они функционируют. Роль подобного рода производств за последние 5–10 лет несколько снизилась, однако она по-прежнему остается существенной: по оценкам *International Tin Research Institute (ITRI)*, в 2010 г. совокупное производство мелких продуцентов составляло около 40% мировой добычи олова. При этом в Индонезии старатели обеспечивали более 60% добычи (в середине 2000-х гг. — более 80%), в Боливии — более 40% (в середине 2000-х гг. — более 60%), в Бразилии — более 70%, в Демократической Республике Конго — 100% [22; 23; 27]. Мелкомасштабная добыча ведется также в Мьянме, Вьетнаме, Нигерии, Руанде, Лаосе и ряде других стран. Особенно важно, что мелкие продуценты играют важную роль в структуре производства Китая, на долю которого приходится около половины мировой добычи олова.

С другой стороны, крупные государственные компании, действующие в Китае, либо вообще не публикуют информацию о своих производственных показателях, либо ограничивают ее данными по выпуску конечной продукции (металла), либо приводят интегральные данные по всем своим горным предприятиям. Информация о месторождениях, на базе которых функционируют их рудники, обычно не приводится. В результате при анализе добычных возможностей использовались статистические данные о запасах и добыче олова в Китае в целом, публикуемые Национальным бюро статистики (*National Bureau of Statistics of China*) и Министерством земельных и природных ресурсов КНР (*Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China*), и экспертные оценки.

Дефицитными в отношении информации о сырьевой базе и производстве олова являются и такие важные продуценты, как Боливия и Бразилия, а также Вьетнам, Таиланд, Малайзия и некоторые другие страны. Следует отметить, что в этих государствах оценка промышленных запасов, как

правило, не отвечает стандартам CRIRSCO. В связи с этим прогноз добычи олова основывался на данных о ресурсной базе оловосодержащих объектов.

Недостаток информации не позволяет полностью оценить и распределение добычи олова между месторождениями различных геолого-промышленных типов. Объекты, для которых имеется информация о принадлежности к конкретному геолого-промышленному типу либо описание геологического строения, позволяющее сделать вывод о нем, дают около 53% мировой добычи металла. Следует подчеркнуть, что нами была учтена значительная часть добычи из россыпей; в результате их доля в добыче на объектах, включенных в анализ, составившая примерно 47%, оказалась заведомо завышенной; в реальности на россыпных месторождениях добывается около трети металла.

Коренные месторождения олова отличаются большим разнообразием, что определило множественность вариантов их типизации, основанных как на генетических, так и на геолого-промышленных подходах. Так, в России выделяют пять основных геолого-промышленных типов: касситерит-сульфидный, апоскарновый, грейзеновый, касситерит-силикатный и касситерит-кварцевый [1; 3]. При этом силикатные и сульфидные руды обычно встречаются совместно: на крупных объектах с хорошо дифференцированным оруденением центральные части сложены силикатными рудами, периферические — сульфидными; на средних и мелких оба типа часто совмещены, а сами объекты условно относятся к сульфидным. Крупные объекты, где обрабатываются только центральные части, рассматриваются как силикатные. Руды силикатного типа хорошо обогатимы, в то время как сульфидного — трудны в переработке.

Наши данные показывают, что мировая оловодобывающая промышленность в основном базируется на месторождениях трех геолого-промышленных типов (рис. 9.1):

- россыпного;
- касситерит-сульфидного;
- апоскарнового.

Грейзеновый, касситерит-кварцевый и касситерит-силикатный геолого-промышленные типы уступают им по значимости. В небольших количествах олово, кроме того, добывается попутно на некоторых месторождениях вольфрама жильного и штокверкового типов. В целом на долю месторождений второстепенных типов приходится, по нашей оценке, около 9% мирового

производства металла; роль касситерит-кварцевых и касситерит-силикатных объектов может быть занижена в силу отсутствия информации о целом ряде разрабатываемых месторождений Китая и некоторых других стран.

Оловоносные *россыпи*, являясь наиболее привлекательным для разработки типом месторождений олова, к настоящему времени в значительной степени истощены. Как правило, единственным промышленным минералом олова в них является касситерит, средние содержания которого в основном составляют 0,3–0,5 кг/куб.м, лишь иногда достигая 1–2 кг/куб.м и более; объекты со столь высокими концентрациями практически исчерпаны. Некоторые россыпи также содержат промышленные количества других тяжелых минералов — колумбита-танталита, вольфрамита, ильменита, монацита, циркона и ксенотима. Протяженность россыпей обычно не превышает первых километров, а ширина составляет десятки — сотни метров; мощность песков варьирует от первых метров до нескольких десятков метров. Наибольшее промышленное значение имеют аллювиальные и прибрежно-морские россыпи; существенна роль россыпей зон тектонических уступов, россыпей погребенных долин-грабен и элювиально-аллювиально-карстовых россыпей. Коренными источниками оловоносных россыпей являются касситерит-содержащие штокверки, минерализованные зоны и жилы, а также пегматитовые поля.

Месторождения *касситерит-сульфидного типа* обеспечивают около 30% мировой добычи олова. Масштабы месторождений варьируют от мелких до крупных и весьма крупных. Они чаще всего удалены от рудопродуктивных интрузивных образований, значительная их часть приурочена к областям широкого развития карбонатных и вулканогенных пород. Касситерит-сульфидное оруденение подразделяется на два минеральных подтипа: многосульфидный (иногда называемый колчеданно-сульфидным) и сульфидно-сульфосольный; они часто встречаются совместно [1; 3]. Рудные тела представлены сложными метасоматическими жилами и минерализованными зонами невыдержанной мощности, столбо- и трубообразными залежами с рудами брекчиевой текстуры, жилами выполнения и линейными прожилковыми зонами с участками вкрапленного и гнездового оруденения. Их размеры варьируют от десятков до сотен метров по простиранию и падению. Отличительной чертой руд является обилие (до 70%) сульфидных минералов: в рудах многосульфидного подтипа — в основном олова, железа и меди, в рудах сульфидно-сульфосольного подтипа — сульфидов и сульфосолей олова, свинца, цинка и серебра. Содержания олова в многосульфидных рудах обычно находятся на уровне 0,4–0,8%, в сульфидно-сульфосольных — часто превышают 1%. Соотношения нерастворимого (оксидного) и растворимого (сульфидного и прочего) олова в рудах разнообразны и варьируют от 1:3 до 5:1.

Месторождения *апоскарнового типа*, по имеющимся у нас данным, обеспечивают около 15% мировой добычи. Однако важно отметить, что из-за ограниченности фактических данных за рамками нашего анализа оказалось большинство разрабатываемых месторождений олова Китая, значительная часть которых относится именно к апоскарновому типу. Таким образом, показатель добычи олова из объектов этого типа заведомо занижен, скорее всего, он близок к 30%.

По масштабам оруденения такие объекты варьируют от мелких до крупных и весьма крупных. Они представляют собой проявления высокотемпературного оловянного оруденения, наложенного на скарны; его возникновение связывается с наличием рудоносного интрузива. Вертикальный размах промышленного оруденения часто значителен — до 500 м и более. Оруденение заключено в штокверках и метасоматических телах весьма сложной и неправильной формы, в трубо-, гнездо-, линзо- и столбообразных залежах, размеры которых варьируют от мелких гнезд и труб малого сечения до крупных залежей. Протяженность рудных тел колеблется от первых метров до нескольких сотен метров при мощности от нескольких сантиметров до десятков метров. Распределение олова в рудах весьма неравномерно; обычны руды со средним содержанием Sn 0,3–0,7%. Минеральный состав руд сложен, широко развита сульфидная минерализация, встречаются шеелит и минералы редких металлов. Комплексный состав руд апоскарновых объектов часто обеспечивает получение попутной продукции, что повышает эффективность их обработки.

Грейзеновые месторождения в алюмосиликатных породах представлены топаз-слюдисто-кварцевыми, а в карбонатных породах и скарнах — флюорит-слюдистыми образованиями. Из рудных минералов наиболее характерен касситерит, в меньшей степени — высокотемпературный станнин, вольфрамит и берилл, часто встречается молибденит, обычны небольшие количества сульфидов. В карбонатных породах и скарнах появляется шеелит и такие минералы олова, как малайяит, пайгеит и гулсит.

По положению относительно рудоносных гранитов грейзеновые месторождения подразделяются на интрузивно-околоинтрузивные и надынтривные.

Месторождения интрузивно-околоинтрузивных грейзенов размещаются как в рудоносных гранитах, тяготея к апикальным частям массивов или их апофизам, так и в породах зоны ближайшего экзоконтакта. Рудные тела представляют собой залежи изометричной, грибообразной или неправильной формы и линейные штокверки. Глубина распространения оруденения в гранитах варьирует от десятков метров до 100–150 м, в дайках-апофизах и крутопадающих минерализованных зонах может достигать 250–300 м.

По масштабам оруденения месторождения обычно относятся к мелким и средним. Содержания олова в рудах обычно находятся на уровне первых десятых долей процента.

Месторождения надинтрузивных грейзенов обычно локализуются над скрытыми на глубине рудоносными гранитами и представляют собой протяженные (до 2 км) и мощные (до нескольких десятков метров) линейно-штокверковые зоны, контролируемые разломами. Глубина распространения оруденения достигает 600 м и более, масштабы оруденения варьируют от средних до весьма крупных. Обычны содержания Sn на уровне 0,3–0,4% при наличии блоков с содержанием до 1% и более. От интрузивно-околоинтрузивных грейзенов они отличаются сравнительно большим количеством сульфидов.

Совместно с грейзеновыми часто встречаются **кварцевые жильно-штокверковые месторождения** комплексных вольфрам-оловянных руд, которые по объемам оруденения варьируют от мелких до крупных и весьма крупных. Оруденение локализуется в эндо- и экзоконтактовых зонах массивов рудоносных гранитов. Глубина распространения оруденения в материнских интрузивах редко превышает 100–150 м, вертикальный размах оруденения в надкупольных частях может достигать 600–700 м. Рудные тела представлены жильными системами, минерализованными зонами и штокверками, в составе жил и прожилков резко преобладает кварц. Руды обычно комплексные вольфрам-оловянные, среди рудных минералов, кроме ведущих касситерита и вольфрамита, отмечаются арсенопирит, берилл, молибденит, пирит, сфалерит, редко галенит; характерны повышенные содержания тантала и ниобия. Суммарное содержание олова и триоксида вольфрама в рудах может достигать 1,5% и более с преобладанием того или иного компонента, при этом распределение полезных компонентов в жильных телах крайне неравномерное, гнездовое, иногда столбовое. Содержания олова в жильных телах обычно варьируют от 0,4% до 1%; в штокверках — от 0,2% до 0,4%.

Касситерит-силикатные штокверково-жильные месторождения парагенетически связаны с многофазными гранитоидными интрузиями оловоносных магматических комплексов и локализуются как в эндоконтактовых зонах массивов, так и на значительном удалении от них; большинство объектов приурочено к терригенным толщам. Рудные тела представлены жилами, минерализованными зонами и штокверками преимущественно линейного типа протяженностью от десятков и сотен метров до 1 км и более. Глубина распространения оруденения варьирует от десятков до многих сотен метров. Среди нерудных минералов доминируют кварц, хлорит или турмалин, образующие зоны метасоматитов, по которым развивались жилы и прожилки с касситеритом.

Выделяются турмалиновый и хлоритовый подтипы касситерит-силикатного оруденения, первый развивается в непосредственной близости от гранитоидов и частично в них самих, сменяясь по мере удаления от интрузивов хлоритовым. В рудах, кроме касситерита, присутствуют сульфиды (арсенопирит, халькопирит, станнин, иногда пирит и пирротин, сфалерит, висмутин и др.), их суммарное содержание не превышает 5–8%.

Содержания олова в жильных телах находятся в диапазоне от десятых долей процента до первых процентов, в штокверках — на более низком уровне. Наиболее частым попутным компонентом является медь, иногда висмут, редко вольфрам.

Оловоносные редкометалльные граниты и пегматиты содержат касситерит в качестве попутного компонента при ведущей роли танталита-колумбита. По масштабам оловянного оруденения месторождения могут быть как мелкими, так и крупными и даже весьма крупными. Содержания олова в рудах находятся на уровне сотых долей процента. Оловоносные граниты и пегматиты часто служат источником комплексных редкометалльно-оловоносных россыпей.

Прогноз добычи олова на месторождениях ведущих геолого-промышленных типов до 2030 г.

Оловоносные россыпи остаются одним из важнейших источников металла, хотя в нашем анализе их роль, как уже было сказано, завышена. Согласно проведенному нами анализу, добыча олова из таких объектов в период до 2030 г. может сохраниться на уровне 2015 г. (рис. 9.1). Около 83% россыпной добычи сосредоточено в Индонезии, где ее ведут крупная государственная компания *PT Timah*, обеспечивающая порядка 35–40% национального производства, и большое количество мелких частных компаний и старательских артелей. Сырьевая база россыпного олова Индонезии достаточна для продолжения производства до 2030 г. и далее, однако власти страны предпринимают усилия по прекращению нелегальной добычи, что может повлиять на объем добываемого металла. Кроме того, быстрое истощение легко доступных ресурсов мелководных россыпей вытесняет добычу в глубоководные зоны, где требуется специальная дорогостоящая техника, часто недоступная мелким производителям.

Касситерит-сульфидные объекты в период до 2030 г. будут оставаться важным источником оловянного сырья. К этому геолого-промышленному типу относятся крупное месторождение Сан-Рафаэль (*San Rafael*) в Перу,

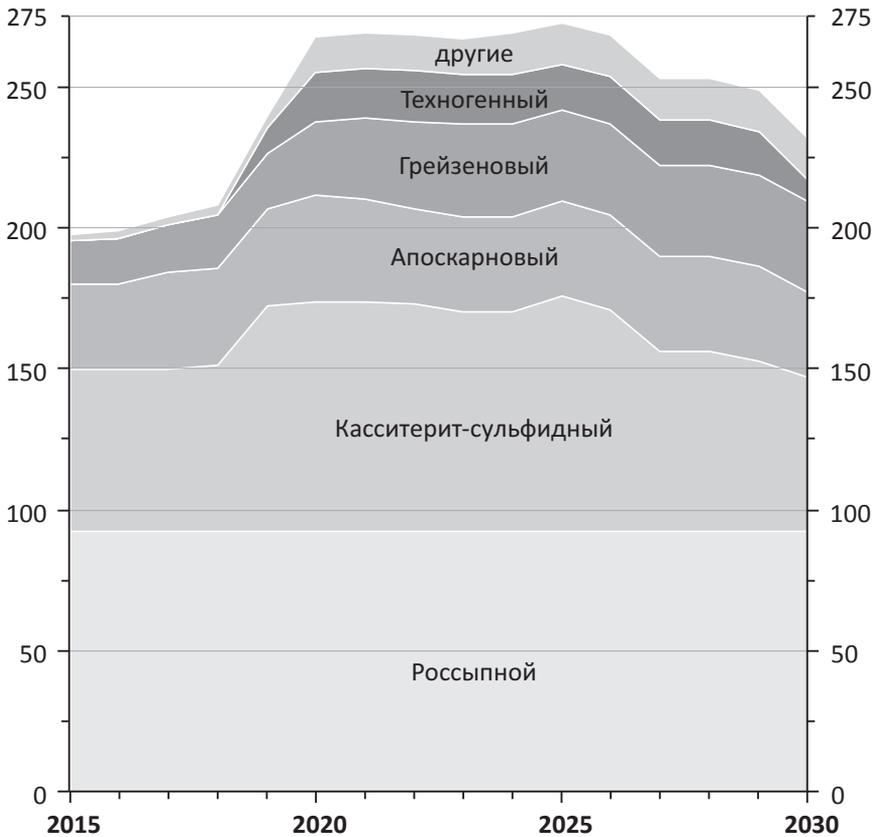


Рис. 9.1 Прогноз добычи олова на основе ресурсов месторождений различных геолого-промышленных типов в мире в 2015–2030 гг., тыс. т (без учета ряда месторождений Китая, Боливии, Бразилии, некоторых стран Юго-Восточной Азии и Африки)

обеспечивающее функционирование крупнейшего в мире оловянного рудника, а также месторождения Ренисон (Renison) и Химскерк (Heemskirk) в Австралии, Уануни (Huanuni) и Колькири (Colquiri) в Боливии, Тункэн (Tongkeng), Гаофын (Gaofeng) и др. в Китае, Бисие (Bisie) в Демократической Республике Конго (ДРК). Начиная с 2019 г. возможно скачкообразное (более чем на 20 тыс. т олова) расширение добычи олова на объектах этого типа за счет ввода в эксплуатацию месторождений Бисие в ДРК и Химскерк в Австралии, подготавливаемых к разработке в настоящее время, которое затем может быть поддержано более чем двукратным увеличением производительности рудника на месторождении Колькири. В результате доля касситерит-сульфидных месторождений в мировой добыче в 2019 г. может превысить 33%. В дальнейшем вследствие наращивания добычи из место-

рождений второстепенных типов (прежде всего, грейзенowego), а также начала разработки техногенных объектов доля касситерит-сульфидных объектов может несколько уменьшиться, а после 2027 г. возможен спад добычи олова на месторождениях этого типа до 23–25% мировой из-за истощения ресурсной базы месторождения Сан-Рафаэль.

Все разрабатываемые в настоящее время апоскарновые месторождения олова находятся в Китае, при этом доступны данные о ресурсах и добыче лишь нескольких таких объектов, в том числе гигантского месторождения Лаочан (Laochang), входящего в состав рудного района Гэцзю (Gejiu) в провинции Юньнань. Его ресурсы достаточны для сохранения текущего уровня добычи олова вплоть до 2030 г., однако, если разрабатывающая его компания *Yunnan Tin Laochang Co.* реализует планы ее двукратного увеличения к 2019 г. [13, с. 113], сырьевая база месторождения может оказаться истощенной уже к 2026 г.

К апоскарновому типу также относятся объекты, объединенные в группу Линьу (Linwu; провинция Хунань), совокупная добыча на которых оценивается в 6 тыс. т металла в год. Суммарные ресурсы входящих в группу месторождений достаточны не только для долговременного обеспечения этого уровня, но и для его наращивания. При этом, не располагая данными по конкретным объектам, мы не можем оценить их перспективы — возможно как истощение каких-то из них, так и ввод в эксплуатацию новых; и то, и другое повлечет скачкообразное изменение динамики добычи по группе в целом.

Месторождения этого типа подготавливаются к эксплуатации в Австралии — Джиллиан (Gillian), ввод которого в разработку был намечен на 2017 г., однако уже в 2021 г. оно может быть полностью отработано, и Маунт-Линдсей (Mount Lindsay), начало добычи на котором ожидается в 2020 г. На обоих объектах предполагается создание крупных рудников (с проектной добычей 4,2 тыс. т и 3,5 тыс. т олова в год соответственно), тем не менее существенного влияния на мировую добычу олова они не окажут. Работы ведутся и на других апоскарновых объектах Австралии, а также Германии, однако начало добычи на них в ближайшие 10–12 лет не планируется.

Среди грейзеновых объектов самым известным является гигантское разрабатываемое на олово месторождение Питинга (Pitinga) в Бразилии, добыча олова на котором в 2015 г. составила около 11 тыс. т. Его сырьевая база достаточна для продолжения добычи на текущем уровне в течение длительного времени. Оператор единственного разрабатывавшегося в России в 2015 г. Провоурмийского месторождения, компания ООО «Правоурмийское» (входит в структуру ПАО «Русолово») планирует рост добычи на нем до 4,5–5 тыс.

т олова в год в 2019–2020 гг.; запасов его достаточно для эксплуатации на таком уровне не только до 2030 г., но и на более отдаленную перспективу. Однако, если, как планирует компания, в 2025–2030 гг. добыча на нем вырастет еще в 2,5 раза [2], сырьевая база месторождения будет исчерпана уже к 2030 г., или в течение двух-трех последующих лет.

Осенью 2015 г. введено в эксплуатацию грейзеновое месторождение вольфрама Хемердон (Hemerdon) в Великобритании, где олово добывается попутно в количестве 0,5–0,9 тыс. т в год. Рассматривается возможность увеличения производительности рудника. Ведется освоение еще четырех грейзеновых объектов; начало добычи на них ожидалось в 2018–2023 гг. Среди них значимыми являются месторождения Сырымбет в Казахстане (ожидаемый уровень добычи более 6 тыс. т олова в год) и Оропеса (Oropesa) в Испании (около 5,4 тыс. т). Если все планы будут реализованы, в 2023–2024 гг. добыча олова из грейзеновых объектов достигнет примерно 32 тыс. т и сохранится на этой отметке до конца рассматриваемого периода; доля их в мировом производстве может приблизиться к 14% против примерно 8% в настоящее время.

Информация о разработке месторождений касситерит-кварцевого и касситерит-силикатного типов крайне скудна. Известно, что такие объекты разрабатываются в Китае, а также, возможно, в Лаосе, Вьетнаме и Мьянме. Осенью 2016 г. возобновилась добыча на российском касситерит-силикатном месторождении Фестивальное; в ближайшие два-три года объем извлекаемого на нем олова может достичь 1,5–2 тыс. т в год. За пределами Китая в 2020 г. в эксплуатацию могут быть введены еще два месторождения: касситерит-силикатное Ашммаш (Achmmach) в Марокко с проектной добычей на уровне 4,1 тыс. т металла в год с расширением до 6,2 тыс. т, и касситерит-кварцевое Таронга (Taronga) в Австралии с проектным уровнем добычи около 4 тыс. т.

В 2019–2020 гг. может начаться эксплуатация трех техногенных объектов, представляющих собой отвалы рудников и хвостохранилища обогатительных фабрик. Это проект Рентейлс (Rentails), нацеленный на переработку хвостов рудника Ренисон в Австралии, проект Бофедаль-II (Bofedall II), базирующийся на хвостохранилище рудника Сан-Рафаэль в Перу, а также Хинганское техногенное месторождение, содержащее отходы Хинганского ГОКа в Еврейской АО в России. На них будет извлекаться примерно 9 тыс. т, 7,4 тыс. т и 1,4 тыс. т олова в год соответственно, что обеспечит в 2020–2024 гг. около 7% мировой добычи. Однако их сырьевая база невелика, на первых двух объектах она будет исчерпана к 2030 г., на Хинганском месторождении — к 2025 г. Тем не менее, в ближайшее время может появиться еще один геолого-промышленный тип оловянных объектов — техногенный.

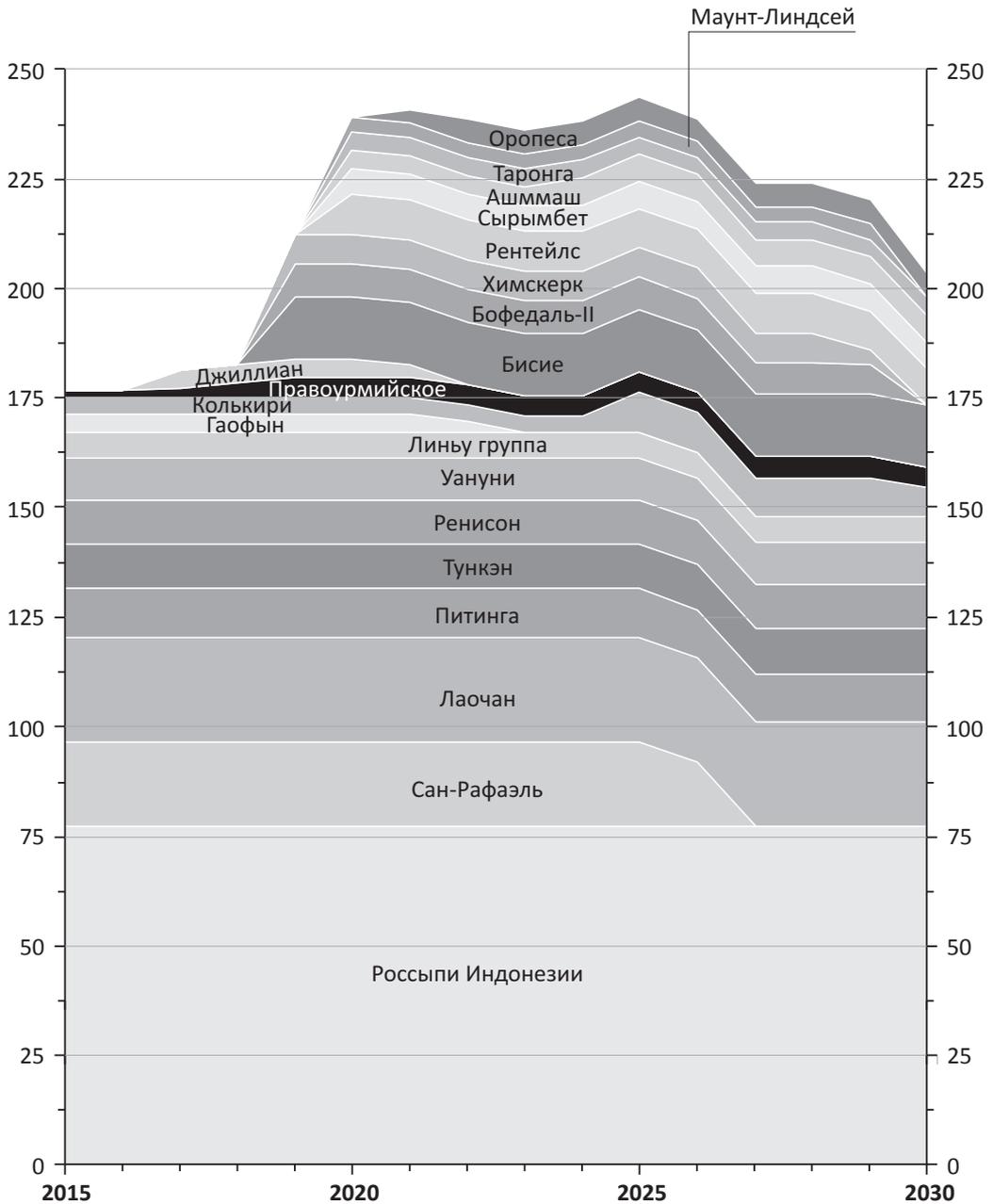


Рис. 9.2 Прогноз добычи олова на основе ресурсов важнейших месторождений мира в 2015–2030 гг., тыс. т

Прогноз добычи олова на важнейших месторождениях мира до 2030 г.

Около 36% мировой добычи обеспечивают в настоящее время 20 месторождений и их групп, информация о которых нам доступна. В ближайшие полтора десятилетия могут быть введены в разработку еще 18 объектов, количественные параметры которых известны, в их числе — три техногенных.

Центром добычи олова в мире являются россыпи Индонезии, прежде всего — островов Банка и Белитунг. Важную роль играют также коренные месторождения Сан-Рафаэль в Перу, Лаочан и Тункэн в Китае, Питинга в Бразилии, Уануни в Боливии и Ренисон в Австралии. Ресурсы месторождения Сан-Рафаэль будут полностью исчерпаны к 2027 г. (рис. 9.2), сырьевая база остальных достаточна для продолжения добычи в текущих объемах, как минимум, в ближайшие полтора десятилетия. На некоторых объектах (Колькири и, возможно, Уануни в Боливии, и Правоурмийском в России) в обозримой перспективе планируется расширение добычи.

Среди объектов «второго эшелона» исчерпание сырьевой базы ожидается для месторождения Гаофын в Китае.

В настоящее время в мире за пределами Китая реализуется 15 проектов освоения месторождений (не считая техногенных), на которых проектируется добыча олова (табл. 9.1); большинство из них могут быть введены в эксплуатацию в 2019–2020 гг. В результате к 2021 г. может произойти наращивание добычи — примерно на 47 тыс. т. Крупнейшим является проект освоения касситерит-сульфидного месторождения Бисие в ДРК, где проектируется добыча 14,2 тыс. т олова ежегодно. Кроме того, порядка 18 тыс. т металла будет извлекаться из техногенных скоплений. Однако уже в 2025 г. добыча олова может начать снижаться, в первую очередь, из-за выбывания одного из крупнейших рудников Сан-Рафаэль, а позже — некоторых новых предприятий. Тем не менее, к 2030 г. добыча олова на рассматриваемых объектах может оказаться на 18–20% больше, чем в 2015 г.

Таблица 9.1 Проекты освоения месторождений олова в мире

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче Sn, тыс.т	Другие полезные компоненты
Касситерит-сульфидные					
Бисие	ДР Конго	FS	2019	14,2	

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче Sn, тыс.т	Другие полезные компоненты
Химскерк	Австралия	FS	2019	6,8	
Кливленд	Австралия	PEA	2018	1,3	Cu
Маунт-Плезант	Канада	PFS	2020	1,1	Zn, In
Апоскарновые					
Джиллиан	Австралия	FS	2017	4,2	Fe
Маунт-Линдсей	Австралия	FS	2020	3,5	W, Fe, Cu
Сейнт-Дизиер	Австралия	PEA	2018	1	W, Fe
Грейзеновые					
Сырымбет	Казахстан	PFS	2019	6,1	
Оропеса	Испания	PEA	2021	2,7	
Циновец	Чехия	PEA	2023	1,2	Li, W
Мокопане	ЮАР	PEA	2018	0,8	
Касситерит-кварцевые					
Таронга	Австралия	PFS	2020	4	
Касситерит-силикатные					
Ашммаш	Марокко	PFS	2020	4,1	
Техногенные					
Рентейлс	Австралия	FS	2020	9	Cu
Бофедаль-II	Перу	PFS	2019	7,4	
Хинганское	Россия	FS	2019	1,4	
Редкометалльных гранитов с попутным оловом					
Абу-Даббаб	Египет	FS	законсервировано	0,5	Ta**
Вольфрамовые с попутным оловом					
Вальтрейксаль	Испания	PFS	2019	0,6	W**
Ла-Паррилья	Испания	FS	2017	0,4	W**

* PEA — preliminary economic assessment, PFS — prefeasibility study, FS — feasibility study

** — основной компонент

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ ОЛОВА ОСНОВНЫХ СТРАН-ПРОДУЦЕНТОВ ДО 2030 г.

Запасами и ресурсами олова располагают более 40 стран мира (табл. 9.2). На сегодняшний день промышленные запасы олова, по нашим данным, близки к 2,9 млн т, а его суммарные ресурсы составляют около 15,6 млн т.

Таблица 9.2. Ресурсы и запасы олова в мире, тыс. т

Страна	Категория	Значение
Россия*	Запасы категорий A+B+C₁	1636,2
	Запасы категории C₂	528,7
	Запасы забалансовые	529,9
Австралия	Proved + Probable Reserves	269
	Measured + Indicated + Inferred Resources	846
Афганистан	Resources	18
Боливия	Reserves	169,3
	Resources	384,1
Бразилия	Reserva Lavravel	416,4
	Resources	711,9
Великобритания	Reserves	10,7
	Measured + Indicated + Inferred Resources	80,5
Вьетнам	Proved + Probable Reserves	10,7
	Resources	200 ^r
Германия	Resources	510,8 ^r
Дем.Респ.Конго	Proved + Probable Reserves	114,4
	Resources	459
Египет	Proved + Probable Reserves	43,5^r
	Resources	134,5 ^r
Замбия	Resources	23,5 ^r
Зимбабве	Resources	50,4
Индия	Reserves	1,2
	Resources	102,3

Страна	Категория	Значение
Индонезия	Proved + Probable Reserves	344,3^r
	Resources	2000
Испания	Proved + Probable Reserves	3,1 ^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	97,4 ^r
Казахстан	Proved + Probable Reserves	98,5^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	485,9 ^r
Камерун	Resources	5
Канада	Resources	120
Киргизия	Resources	216
Китай	Ensured Reserves	1092
	Resources	4189
Корея Южная	Resources	10
Лаос	Resources	37,3
Малайзия	Resources	685,5 ^r
Марокко	Proved + Probable Reserves	71,3^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	130,9 ^r
Монголия	Resources	112
Мьянма	Resources	113
Намибия	Resources	95,6 ^r
Нигерия	Resources	51,8
Перу	Proved + Probable Reserves	109,8^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	294,8 ^r
Польша	Resources	23
Португалия	Resources	17,5
Руанда	Resources	10
США	Resources	71,5
Таджикистан	Resources	45
Таиланд	Resources	64

Добычные возможности недр

Страна	Категория	Значение
Уганда	Resources	5
Узбекистан	Resources	1,5
Франция	Resources	65
Чехия	Resources	228
ЮАР	Resources	76
Япония	Resources	22

По данным: [4; 13; 16; 17; 19; 28; 29; 30].

* — по данным официальных источников

† — сумма по известным месторождениям

По нашей оценке, в 2015 г. мировая добыча олова из недр составила не менее 370 тыс. т. Главными оловодобывающими странами являются Китай и Индонезия, совместная доля которых в мировом производстве в 2015 г. превысила 60% (табл. 9.3).

Таблица 9.3 Динамика производства олова в концентратах в 2011–2015 гг., тыс. т

	2011	2012	2013	2014	2015
Россия	0,08	0,25	0,16	0,32	0,58
Европа	0,05	0,11	0,08	0,08	0,04
Испания	0,01	0,07	0	...	...
Португалия	0,04	0,04	0,08	0,08	0,04
Азия	250,5	245,14	281,4	271,88	261,63
Вьетнам	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Индия	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01
Индонезия	102,57	108,26	93,3	73,6†	73,2†
Китай	127,4	115,9	157,98	158	135
Лаос	0,43	0,97	0,8	0,87	0,82
Малайзия	3,34	3,73	3,7	3,78	4,13
Монголия	0,04	0,05	0,06	0,06	0

	2011	2012	2013	2014	2015
Мьянма	11	10,6	20	30	43
Таиланд	0,29	0,2	0,13	0,16	0,07
Африка	16,62	16,47	9,93	11,19	10,01
Бурунди	0,05	0,07	0,02	0,06	0,06
Дем.Респ.Конго	10,23	10,44	3,43	4,01	4,57
Египет	...	...	0,07	0,09	0
Нигер	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Нигерия	1,8	2,4	2,6	2,49	2,3
Руанда	4,51	3,48	3,67	4,45	2,89
Танзания	0,02	0,07	0,12	0,06	0,06
Уганда	0,01	0	0,02	0,03	0,14
Америка	59,98	59,48	59,79	68,43	58,47
Боливия	20,37	19,7	19,29	19,79	20,14
Бразилия	10,73	13,67	16,83	25,53	18,82
Перу	28,88	26,11	23,67	23,11	19,51
Ок.и Авст.	14,01	6,16	6,47	6,9	7,21
Австралия	14,01	6,16	6,47	6,9	7,21
Итого	341,25	327,61	357,82	358,79	337,93

По данным: [6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 15; 16; 17; 18; 20; 24; 26; 31; 32; 33; 37; 39; 40].

Крупнейшим в мире продуцентом олова является Китай, основу МСБ которого составляют коренные месторождения оловянных и оловосодержащих руд, число которых достигает 900. Эти объекты объединяются в 44 оловорудных пояса, расположенных в различных регионах страны.

По имеющимся статистическим данным, в 2015 г. КНР произвела 135–146,6 тыс. т олова в концентрате, что составляет 40–47% мирового показателя [12; 40]. Это потребовало добычи металла из недр на уровне не менее 150–160 тыс. т. В соответствии с данными Национального бюро статистики Китая, запасы (Ensured Reserves) олова в 2015 г. составляли 1092 тыс. т [29]. При сохранении добычи на текущем уровне это количество металла может быть извлечено из недр уже к 2022 г. Однако это, очевидно, не означает ис-

черпания сырьевой базы олова страны. По данным Министерства земельных и природных ресурсов КНР, ресурсы олова страны составляют около 4100 тыс. т [28]. Этого количества достаточно для обеспечения уровня добычи, достигнутого в 2015 г., не только до 2030 г., но и на более отдаленную перспективу (рис. 9.3). Известно также, что в стране ведутся активные геологоразведочные работы, которые характеризуются высокой результативностью.

Таким образом, в период до 2030 г. Китай имеет все возможности для сохранения статуса лидера мировой оловянной отрасли. Однако, добычные возможности китайской сырьевой базы олова в перспективе зависят и от государственной политики в сфере добычи и сбережения ресурсов стратегических видов полезных ископаемых, которая в том числе нацелена на снижение добычи олова.

Второе место по добыче олова в мире занимает Индонезия. Источником его являются россыпи, сконцентрированные в пределах Бирмано-Малайского оловянного пояса, протягивающегося вдоль западного побережья Тихого океана по территории Индонезии, Малаккского п-ова, Юго-Восточного Китая и дальше на север. На территории Индонезии он распространяется вдоль восточного побережья о.Суматра, захватывая многочисленные острова, прежде всего — Банка и Белитунг. Добыча ведется как на суше, так и в прибрежно-морской зоне, причем наблюдается устойчивая тенденция ее перемещения на все большие глубины. Сырьевая база олова Индонезии остается одной из крупнейших в мире: по данным, приводимым Федеральным ведомством по наукам о Земле и сырьевым ресурсам Германии (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) [13, с. 113], в 2011 г. его ресурсы оценивались примерно в 2082 тыс. т, а запасы — в 396,5 тыс. т.

В 2015 г. Индонезия произвела около 73 тыс. т олова в концентрате, или около 22% мирового показателя; с учетом того, что весь металл добывается из россыпей, уровень его добычи близок к показателю производства концентратов и оценен нами в 77 тыс. т металла. Из них около 28 тыс. т было добыто компанией *PT Timah*. Остальное обеспечивают мелкие компании и старатели, часть из которых функционирует нелегально, в том числе — на лицензионных площадях *PT Timah*. Ресурсы страны достаточны для поддержания текущего уровня добычи 2015 г. на отдаленную перспективу, по нашим оценкам — не менее чем до 2040 г. Однако из-за того, что часть их локализуется на значительных глубинах, технические сложности могут повлиять на рентабельность отработки.

В 2011 г. на мировой арене появился новый крупный производитель оловянного сырья — Мьянма, которая уже в 2014 г. оказалась на третьем месте в мире по его добыче; в 2015 г. было добыто 43 тыс. т металла, что составило 12–13% мирового показателя. Информация о размерах ресурсной базы металла Мьянмы

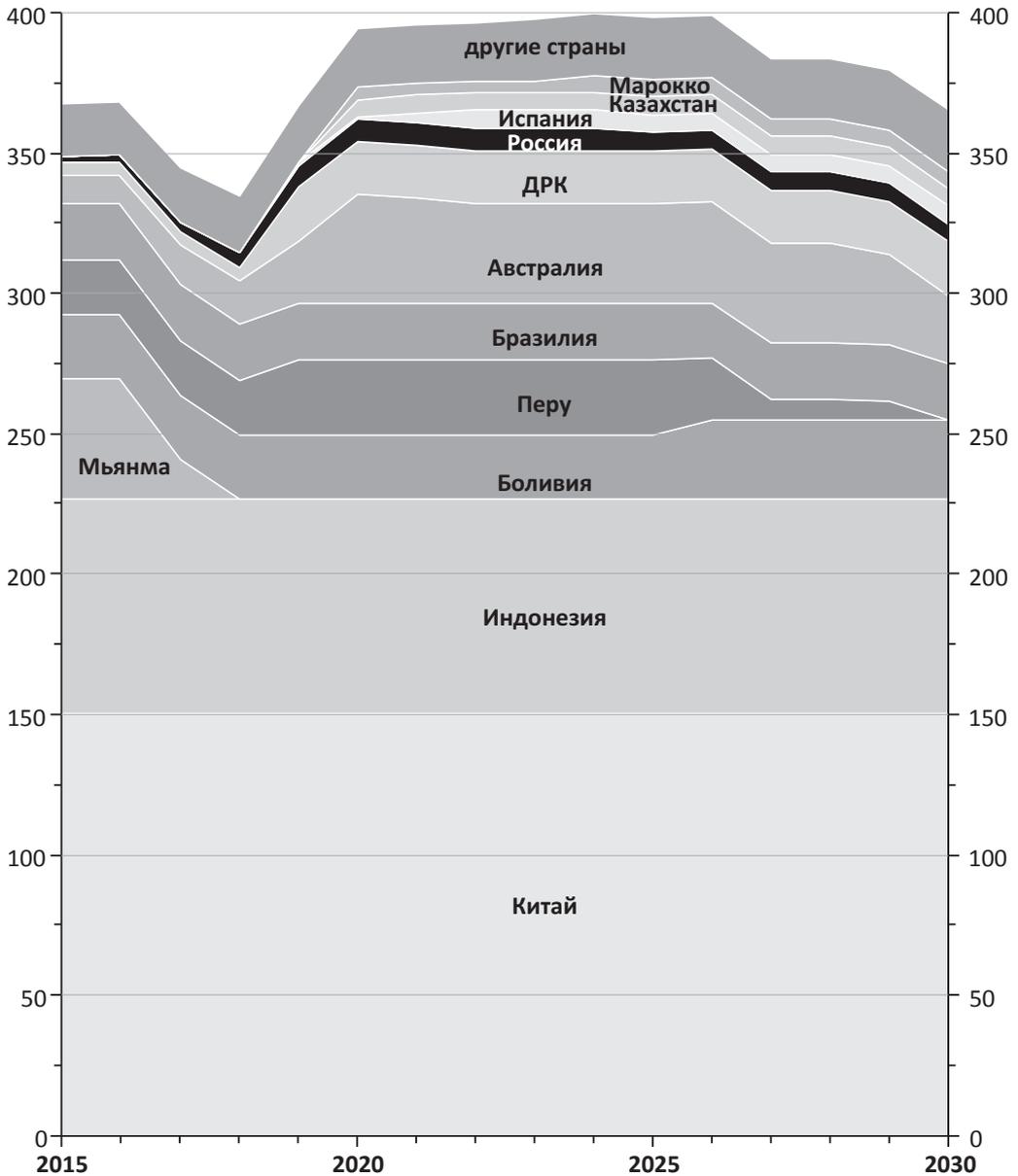


Рис. 9.3 Прогноз добычи олова на основе ресурсов стран-производителей в 2015–2030 гг., тыс. т

также скудна; по данным, приводимым Геологической службой Китая (China Geological Survey) [14], ресурсы олова, заключенные в ее коренных и россыпных объектах, составляют всего порядка 120 тыс. т. При сохранении добычи на уровне 2015 г. они могли оказаться полностью исчерпанными уже в 2017 г. Однако по территории Мьянмы проходит Бирмано-Малайский оловянный пояс, в пределах которого располагаются индонезийские продуктивные объекты. При этом, в отличие от Индонезии, Таиланда и Малайзии, где большинство месторождений олова — россыпные, здесь имеется значительное количество коренных месторождений разного генезиса, многие из которых в прошлом разрабатывались. Это позволяет ожидать существенного наращивания объемов сырьевой базы олова страны [5; 25; 35; 36].

Еще около 20% оловянного сырья совместно произвели Боливия, Перу, Бразилия и Австралия.

На долю Боливии в 2015 г. пришлось около 6% мирового производства олова в концентрате или 20,1 тыс. т. Около 60% добычи обеспечили рудники на месторождениях Уануни и Колькири, остальное приходится на долю старательских кооперативов. Рудник Уануни подготовлен к двукратному расширению производительности, которое будет реализовано при благоприятной рыночной конъюнктуре; увеличение его мощности обеспечено ресурсами на длительную перспективу, Производительность рудника Колькири планируется нарастить в 2,4 раза в 2025 г., в этом случае его сырьевая база может быть исчерпана вскоре после 2030 г.

Заметным продуцентом олова остается Перу, хотя позиции страны несколько ослабели за последние 3–4 года; в 2015 г. здесь было произведено 19,5 тыс. т олова в концентрате или несколько менее 6% мирового выпуска. Более 70% ресурсов и все промышленные запасы страны заключены в недрах гигантского касситерит-сульфидного месторождения Сан-Рафаэль. При сохранении текущего уровня добычи уже в 2027 г. его сырьевая база может быть полностью отработана. Остальные ресурсы страны локализованы в техногенном месторождении Бофедаль-II, которое представляет собой дамбу хвостохранилища обогатительной фабрики на месторождении Сан-Рафаэль. Благодаря переработке техногенного материала, начало которой ожидается в 2019 г., производство олова в Перу в небольших объемах может продолжиться до 2029 г., однако страна, скорее всего, покинет группу крупных продуцентов.

Сырьевая база олова Бразилии в настоящее время в значительной степени истощена, прежде всего, это касается россыпных месторождений, в прошлом обеспечивавших основной объем добычи. Перспективы отрасли связаны с эксплуатацией гигантского коренного месторождения Питинга, ресурсы которого в состоянии обеспечить уровень текущей добычи более чем на 40 лет.

Австралия пока не является крупным продуцентом олова, однако здесь реализуется ряд проектов освоения оловорудных месторождений, успешное завершение которых может вывести страну на третью позицию среди продуцентов олова в мире. На шести месторождениях добыча может начаться уже в период до 2020–2021 гг. (табл. 9.1), в этом случае добыча олова может вырасти с текущих 9–10 тыс. т до почти 39 тыс. т в год.

В Демократической Республике Конго олово в настоящее время добывается только на россыпях кустарными методами. Однако уже в 2019 г. может начаться эксплуатация касситерит-сульфидного месторождения Бисие с проектным уровнем годовой добычи олова 14,2 тыс. т, что выведет оловодобычу в стране на новый уровень.

Может значительно возрасти выпуск металла в России. Благодаря расширению мощности рудника на месторождении Правоурмийское к началу следующего десятилетия на нем может добываться 4,5–5 тыс. т металла против примерно 1,6 тыс. т в 2015 г. В 2016 г. возобновилась добыча на Молодежном руднике Фестивального месторождения; к 2019 г. она должна была достичь около 2 тыс. т олова в год. В том же году могла начаться отработка Хинганского техногенного месторождения; ожидаемый объем добычи — 1,4 тыс. т олова в год.

В число продуцентов олова может войти Испания, где в ближайшие годы могут быть введены в эксплуатацию жильные месторождения вольфрама с попутным оловом Ла-Паррилья (La Parrilla) и Вальтрейксаль (Valtreixal) и оловорудное грейзеновое Оропеса. Суммарная добыча на них может составить около 6,5 тыс. т олова в год.

Реализация проекта освоения грейзенового месторождения Сырымбет в Казахстане может дать 6 тыс. т олова в год после 2020 г. В ЮАР в 2018 г. ожидалось начало добычи на грейзеновом месторождении Мокопане (Mokopane), в Марокко в 2020 г. — на касситерит-силикатном месторождении Ашммаш, в Канаде в 2020 г. — на касситерит-сульфидном месторождении Маунт-Плезант (Mount Pleasant), в Чехии в середине 2020-х гг. — возобновление эксплуатации грейзенового месторождения Циновец (Cinovec).

Прогноз добычи олова горными компаниями до 2030 г.

Среди продуцентов олова выделяется пять крупных компаний, обеспечивающих не менее половины его мировой добычи. Это два китайских гиганта *Yunnan Tin Group* и *Guangxi China Tin Group*, совместно добывающие около 60% олова КНР [13], перуанская *MINSUR*, индонезийская *PT Timah* и боливийская *COMIBOL* (рис. 9.4).

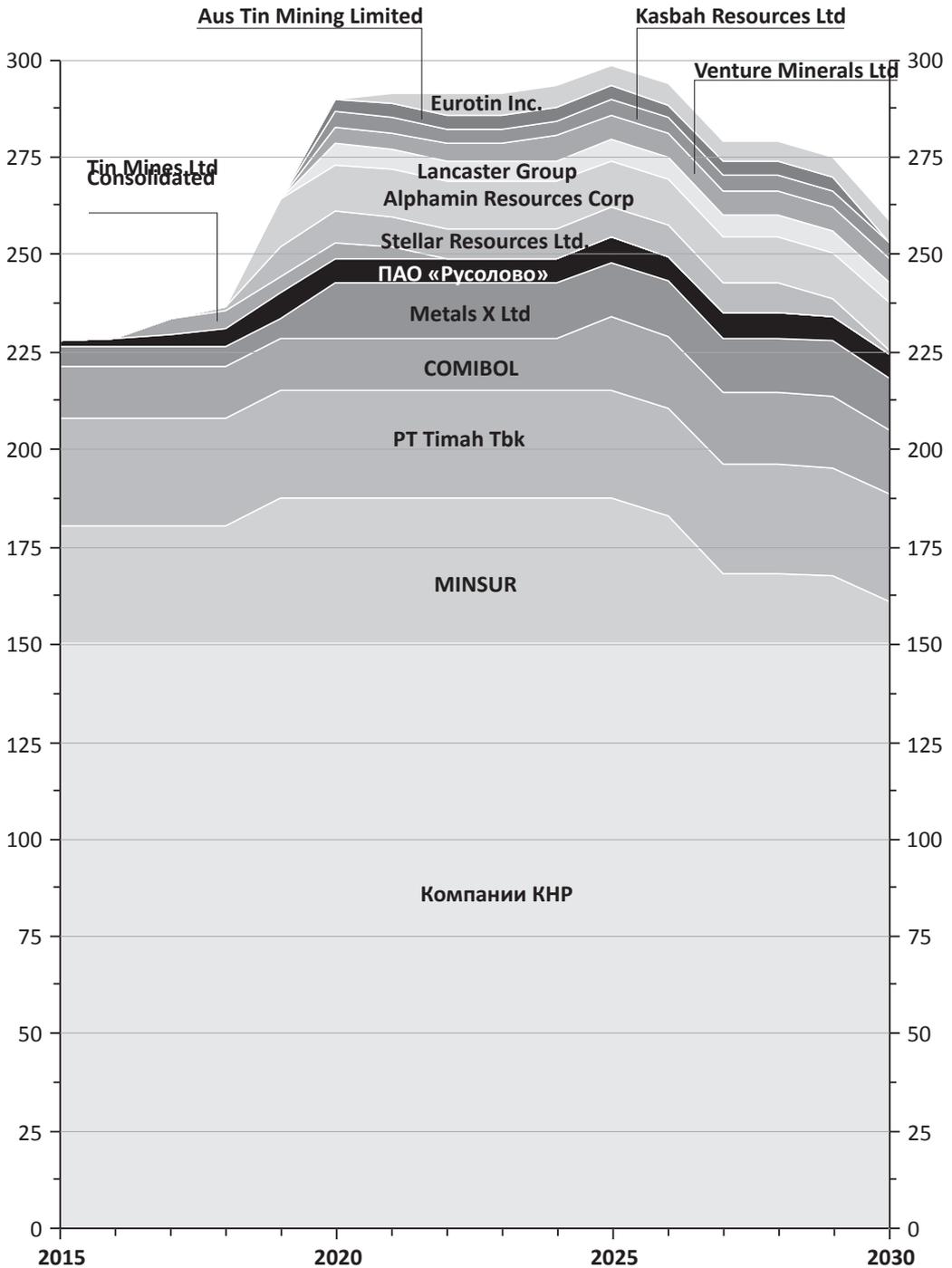


Рис. 9.4 Прогноз добычи олова на основе ресурсов, находящихся в распоряжении ведущих добывающих компаний, в 2015–2030 гг., тыс. т

Добывающие активы *Yunnan Tin* сосредоточены, главным образом, в рудном районе Гэцзю в провинции Юньнань, ресурсы олова которого составляют около 1,8 млн т. Здесь она эксплуатирует четыре крупных и несколько мелких рудников, которые обеспечивают ее потребности в сырье примерно на 80%. Крупнейшим горным предприятием компании является рудник на месторождении Лаочан, где годовое производство олова в концентрате находится на уровне 22 тыс. т [13]. Нехватку сырья компания компенсирует за счет активов в других регионах страны и за рубежом. В частности, совместно с *Metals X Ltd.* она управляет рудником Ренисон в Австралии. Всплеск добычи олова в Мьянме также в значительной степени обусловлен действиями *Yunnan Tin*. В целом, исходя из объемов производства рафинированного олова, в 2015 г. компания *Yunnan Tin* произвела 60–65 тыс. т олова в концентрате [21].

Guangxi China Tin Group (до 2008 г. — *Liuzhou China Tin*) располагает крупными запасами олова, превышающими 600 тыс. т. Ей, в частности, принадлежат два крупных подземных рудника в Гуанси-Чжуанском автономном районе — Тункэн, мощности которого позволяют получать около 8 тыс. т олова в концентрате в год, и Гаофын, производящий около 1 тыс. т металла [13; 37].

Оба китайских лидера при сохранении добычи на уровне 2015 г. обеспечены сырьем на длительную перспективу.

Перуанская компания *MINSUR* владеет двумя крупными действующими рудниками: Сан-Рафаэль в Перу и Питинга в Бразилии и развивает проект переработки техногенного материала Бофедаль-II в Перу. Ввод последнего в эксплуатацию в 2019 г. может укрепить позиции компании, но уже в 2029 г. его ресурсы могут быть отработаны, а в 2027 г. ожидается исчерпание месторождения Сан-Рафаэль. Если эти потери не будут компенсированы наращиванием производства на руднике Питинга, компания перейдет в число продуцентов «второго дивизиона», снизив свою долю в мировом показателе с текущих 8% до примерно 3%.

Индонезийская *PT Timah* ведет добычу олова как на суше, так и в прибрежно-морской зоне. По состоянию на начало 2015 г. промышленные запасы (*proved+probable reserves*) компании составляли около 328 тыс. т, а ресурсы оценивались в 802 тыс. т олова [34]. Однако истощение легко доступных наземных ресурсов вынуждает компанию наращивать подводную, значительно более затратную добычу. В 2015 г. совокупное производство олова в концентрате составило 26,4 тыс. т, из которых 18,6 тыс. т было получено в результате подводной добычи и 7,8 тыс. т — за счет наземной. Тем не менее, располагая значительными ресурсами олова, компания может сохранить свои позиции не только до 2030 г., но и на более отдаленную перспективу [34].

Боливийская государственная компания *COMIBOL*, управляющая оловянными рудниками Уануни и Колькири, обеспечивает около 3,5–4% мировой оловодобычи. В случае реализации планов по наращиванию мощностей рудника Колькири ее доля возрастет до 4–4,5%, а если произойдет еще и удвоение производительности рудника Уануни, доля *COMIBOL* может приблизиться к 6,5%. Сырьевая база компании достаточна для обеспечения устойчивого производства на обозримую перспективу.

В 2019–2020 гг. австралийская *Metals X Ltd.* и российская ПАО «Русолово», оставаясь компаниями второго дивизиона, могут значительно нарастить производство оловянного сырья и увеличить свои доли на рынке даже с учетом ожидаемого роста добычи в мире: первая — с текущих 1,4–1,5% до 3,5–4%, вторая — с 0,2–0,4% до 1,7–2%. Прирост добычи компании *Metals X Ltd.* обеспечит завершение проекта освоения техногенного месторождения Рентейлс, а ПАО «Русолово» — наращивание добычи на Правоурмийском месторождении и ее возобновление на Фестивальном. В резерве ПАО «Русолово» находится еще один объект — разрабатывавшееся до 2011 г. месторождение Перевальное, реанимация которого может усилить положение компании.

В 2017–2021 гг. перечень некитайских продуцентов оловянного сырья может пополниться пятнадцатью новыми компаниями — в настоящее время ими реализуются проекты на территории Австралии, ДР Конго, Канады, Испании, Казахстана, Марокко и ЮАР. Наиболее крупным продуцентом среди них может стать компания *Alphamin Resources Corp.*, реализующая проект Бисие в ДР Конго; по планам с 2019 г. она будет добывать 12 тыс. т металла в год (3–3,5% ожидаемого мирового показателя).

Прогноз добычи олова на эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях до 2030 г.

Если исходить из производственных показателей и планов развития эксплуатируемых в настоящее время месторождений, попавших в выборку, то примерно до середины 2020-х гг. добыча олова на них будет в целом стабильной. Планируемое расширение мощностей боливийского рудника Колькири и наращивание добычи российским Правоурмийским рудником практически не скажутся на мировом показателе. Лишь расширение рудника Уануни может привести к ее заметному росту. Только в 2027 г. из-за исчерпания ресурсов месторождения Сан-Рафаэль в Перу прогнозируется заметный спад производства (рис. 9.5).

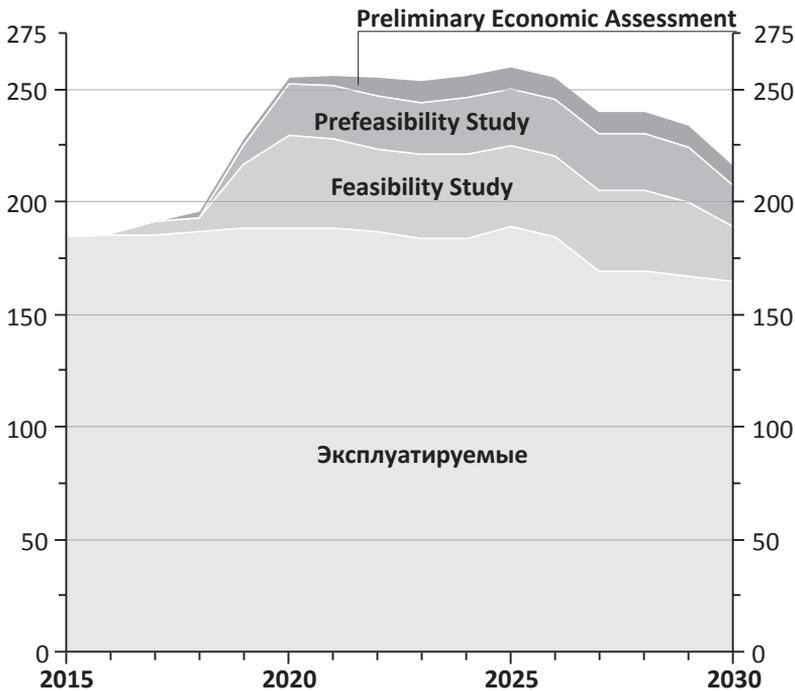


Рис. 9.5 Прогноз добычи олова на основе ресурсов эксплуатируемых и осваиваемых месторождений в 2015–2030 гг., тыс. т (без учета ряда месторождений Китая, Боливии, Бразилии, некоторых стран Юго-Восточной Азии и Африки)

Необходимо еще раз подчеркнуть, что эксплуатируемые объекты, попавшие в выборку, обеспечивают всего около половины текущей мировой добычи. В силу отсутствия необходимых данных в анализе не учтен целый ряд разрабатываемых месторождений, расположенных в Китае, странах Юго-Восточной Азии и Африки, а также Боливии и Бразилии, на которых могут произойти изменения, способные заметно повлиять на мировую динамику добычи олова. Ярким примером этого является неожиданный для всех рост производства в Мьянме, которая менее чем за 10 лет увеличила добычу олова почти в 50 раз. В результате заметно снизилась нагрузка на сырьевую базу олова Китая, промышленность которого стала потребителем сырья производства Мьянмы, однако, как долго сохранится такая ситуация, оценить невозможно из-за недостаточности информации о сырьевой базе Мьянмы.

Низкий уровень цен на олово на мировом рынке, державшийся на протяжении почти 20 лет (с 1986 г. до 2003 г.), привел к тому, что оловодобывающие компании останавливали производство, либо были вынуждены

работать в режиме максимальной экономии, сокращая, в первую очередь, инвестиции в поддержание сырьевой базы. Низкий уровень цен повлиял и на практически полное прекращение геологоразведочных работ начальных стадий. В результате в указанный период происходило некомпенсируемое истощение как сырьевых баз отдельных горных предприятий и регионов, так и сырьевой базы мира в целом, что создает угрозу для оловодобывающей промышленности мира. По нашим оценкам, обеспеченность мировой экономики ресурсами действующих добывающих предприятий мира не превышает 23–24 лет.

Складывающаяся ситуация усугублялась несколькими факторами. Во-первых, рост потребления олова в начале 2000-х гг. провоцировал наращивание добычи и, соответственно, повышение темпов погашения запасов и ресурсов. Во-вторых, на ситуацию оказывала влияние политика властей Индонезии в сфере контроля за добычей, производством и экспортом олова, которая могла привести к острой нехватке металла на рынке. Все это настоятельно требовало активизации работ по компенсации выбывающих мощностей по добыче олова и восполнению его ресурсов.

Рост цен на металл, начавшийся в 2003 г. и продемонстрировавший высокие темпы в 2006–2008 гг., способствовал этому. В результате по состоянию на 2016–2017 гг. только за пределами Китая велась подготовка к промышленному освоению 18 новых месторождений (в том числе трех техногенных), суммарные ресурсы которых составляют около 1,8 млн т олова, а годовая мощность по добыче — около 76 тыс. т олова, что может увеличить производство примерно на 55 тыс. т олова в концентрате (более 16% уровня производства 2015 г.). Следует, однако, заметить, что при текущем уровне мировой добычи это позволит увеличить обеспеченность запасами и ресурсами олова менее чем на 5 лет.

Реализуемые в настоящее время проекты освоения новых месторождений находятся на разных стадиях развития. Более половины прироста мощностей могут обеспечить те из них, которые на текущий момент находятся на стадии технико-экономической оценки (*feasibility study*), т. е. находятся в высокой степени готовности к началу строительных работ и последующему вводу в эксплуатацию. Ввод основных мощностей можно было ожидать в 2019–2020 гг., их суммарная годовая производительность с учетом техногенных объектов превысит 41 тыс. т олова, что составит около 11% добываемого сегодня металла.

Проекты, находящиеся на более ранних стадиях освоения (*prefeasibility study* и *preliminary economic assessment*), совместно могут обеспечить добычу еще примерно 35 тыс. т олова в год. Ввод в эксплуатацию значительного их числа также ожидался в 2019–2020 гг., что может усилить рост объемов

добычи олова в этот период. Реализация таких проектов сопряжена со значительными рисками, хотя вероятность их завершения в запланированные сроки относительно высока, поскольку ситуация на рынке олова, несмотря на ценовой спад 2015 г., достаточно благополучна. Уже в 2016 г. цены на металл стали расти, тенденция сохранилась и в 2017 г. (рис. 9.6). Это служит причиной того, что реализация практически всех проектов освоения месторождений с ресурсами олова в мире за пределами Китая продолжается. Законсервирован единственный проект Абу-Даббаб в Египте, но он был ориентирован прежде всего, на добычу тантала.

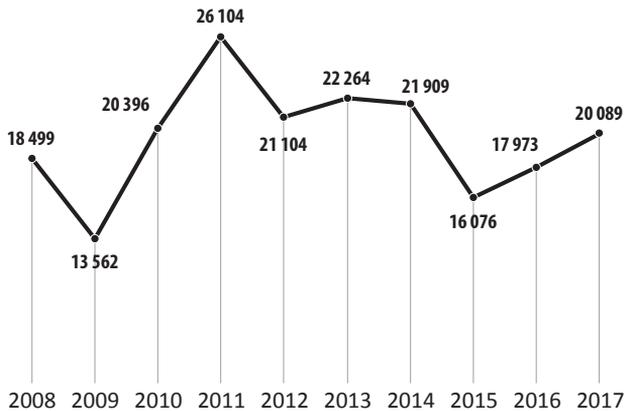


Рис. 9.6. Среднегодовые цены на рафинированное олово в 2008–2017 гг. на Лондонской бирже металлов, долл./т

Рост цен 2016–2017 гг., по-видимому, был обусловлен резким снижением производства оловянных концентратов в 2016 г., главным образом в Китае, в то время как потребление их продолжало расти (рис. 9.7). Недостаток сырья на рынке в этом году был компенсирован за счет вторичного металла и накопленных складских запасов, но угроза усугубления дефицита, по-видимому, будет способствовать дальнейшему росту цен на олово. Существенно нарастить выпуск оловянного сырья за счет ввода в эксплуатацию новых месторождений возможно лишь к концу текущего десятилетия, а это означает, что завершение проектов освоения новых месторождений олова в запланированные сроки становится еще более вероятным.

Таким образом, реализуемые в настоящее время проекты могут к 2020 г. обеспечить значительный прирост мировой добычи олова. Однако уже в следующем десятилетии возможен ее возврат к уровню сегодняшнего дня, что

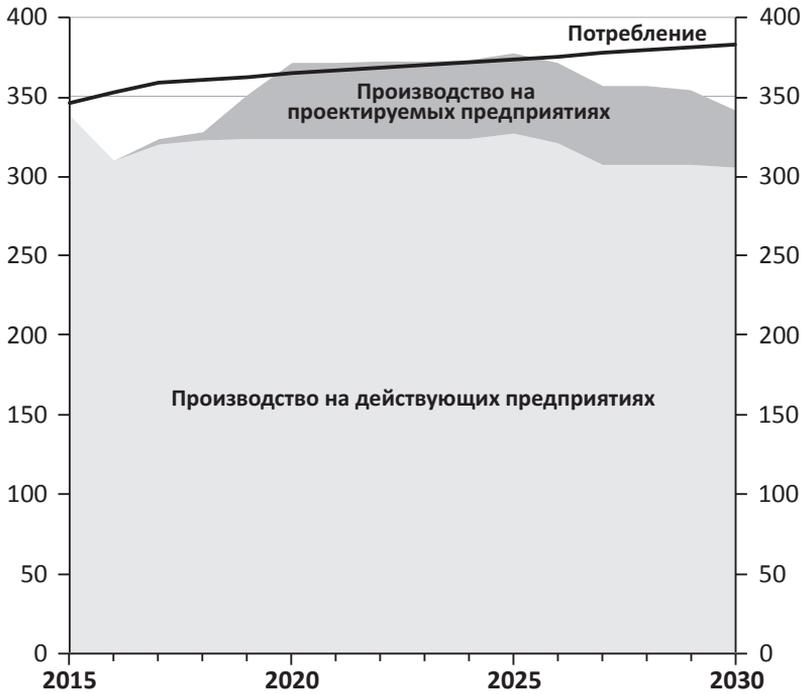


Рис. 9.7. Потребление металлического олова и производство олова в концентратах в 2015–2017 гг. и прогноз на 2018–2030 гг., тыс. т

создает реальную угрозу сырьевой безопасности оловопотребляющих отраслей мировой промышленности. Конечно, помимо учтенных нами, есть проекты, сроки завершения которых пока не определены — Ардлетан (Ardlethan) и Дорадила-Тин (Doradilla Tin) в Австралии, Теллерхойзер (Tellerhäuser) в Германии и ряд других. Их успешное продвижение может сгладить ожидаемый спад добычи. Но принципиально повлиять на долгосрочные перспективы обеспечения мировой экономики оловянным сырьем они не смогут.

В связи с этим новые возможности могут открыться для освоения российской сырьевой базы олова, которая по количественным параметрам немногим уступает китайской. В стране есть целый ряд месторождений (как разрабатывавшихся в прошлом, так и находившихся в резерве на протяжении всего времени после их открытия), которые по своим параметрам не только сопоставимы с разрабатываемым за рубежом, но и превосходят их. Прежде всего, это расположенное в Якутии Депутатское месторождение, входящее в десятку лучших месторождений олова мира. Однако добыча на нем, прекратившаяся в 1999 г., до сих пор не возобновлена. Ожидающиеся в срав-

нительно недалеко будущем истощение сырьевых баз разрабатываемых, а затем и осваиваемых объектов может сделать рентабельным вовлечение в эксплуатацию месторождений, находящихся в неблагоприятной инфраструктурной обстановке и в настоящее время не привлекающих интерес инвесторов. Если это произойдет, Россия может войти в ряд ведущих мировых поставщиков оловянной продукции.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Геология оловорудных месторождений СССР: Недра. 1986
2. ОАО «Русолово». Годовой отчет Открытого акционерного общества «Русолово» за 2014 год. 25.06.2015
3. Павловский, А. Б. Прогнозно-геологические модели месторождений и их прикладное значение (черные, цветные, легирующие металлы, энергетическое и нерудное сырье). Оловянные руды. / А. Б. Павловский, Т. А. Бурова, Н. П. Митрофанов ФГУП «ВИМС». М., 2010. 70 с. (Минеральное сырье. Серия методическая; Вып. 7)
4. ACP Data by country. Africa. 28.06.2005
5. Applied Earth Science (Transactions of the Institutions of Mining and Metallurgy: Section B). The metallogenic provinces of Myanmar. 2014, June
6. Australian Government, Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources 2015. 12.04.2016.
7. Australian Government. Bureau of Resources and Energy Economics. Summary of Australian statistics for tin. 2013
8. Australian Government. Department of Industry. Office of the Chief Economist. Resources and Energy Statistics 2014. 2014, December
9. Austrian Federal Ministry of Science, Research and Economy. World Mining Data 2016. Volume 31. Minerals Production. 2016
10. British Geological Survey. World Mineral Production 2009–2013. 2015, February.
11. British Geological Survey. World Mineral Production 2010–2014. 2016
12. British Geological Survey. World Mineral Production 2011–2015. 2017
13. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). Zinn — Angebot und Nachfrage bis 2020. 2014, March
14. China Geological Survey. Geology & Mineral Resources of Myanmar. 2015
15. DNPM (Departamento Nacional de Producao Mineral). Sumário Mineral 2012. Vol. 32. 2013
16. DNPM (Departamento Nacional de Producao Mineral). Sumario Mineral 2015. 2016
17. Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources Table 1. Preliminary as at December 2015. 2016
18. Information and Communication Technology Center. Department of Primary Industries and Mines. Mineral Statistics of Thailand 2011–2015. 2016, June
19. ITRI. 2016 Report on Global Tin Resources and Reserves. 2017
20. ITRI. Market Analysis. News. China tin ores and concentrates imports up 50% in 2014. 03.02.2015
21. ITRI. Market Analysis. News. The top 10 refined tin producers of 2015. 18.03.2016
22. ITRI. Tin for Tomorrow. Contributing to Global Sustainable Development. 2012

23. Malaysia Smelting Corporation. Annual Report 2005. 2006
24. Malaysian Minerals. Tin Statistics. 02.04.2017
25. Mining Journal. Base Metals. Myanmar spoiler for tin bulls. 15.03.2015
26. Ministerio de Energía y Minas. 2016 ENERO Bolitin Estadistico del subsector Minero. 04.04.2016
27. Ministerio de Minería y Metalurgia. Presentacion de Las Estadísticas del Sector Minero-Metalurgico 1980–2008. 2009
28. Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2015 China Mineral Resources. 2015, October
29. National Bureau of Statistics of China. China Statistical Yearbook 2016. Resources and Environment. 8–4 Ensured Reserves of Major Mineral. 2016
30. Panstwowy Instytut Geologiczny. Bilans Zasobow Zloz Kopalín w Polsce wg stanu na 31 XII 2015 r. 2016
31. Peru Ministerio de Energia y Minas. Peru Anuario Minero 2015. Estadística Minera. 2016
32. Peru Reports. Mining Production Data. Mining Statistics 1990–2015. 2016
33. PT Timah (Persero) Tbk. Annual Report 2013. 2014
34. PT Timah (Persero) Tbk. Annual Report 2015. 22.03.2016
35. Resources Policy. Tin mining in Myanmar: Production and potential. 2015, December
36. The Irrawaddy. Burma. Have the Wa Cornered the Global Tin Trade?. 25.02.2016
37. USGS. 2012 Minerals Yearbook. Tin (advance release). 2014, September
38. USGS. Mineral Commodity Summaries 2017. Tin. 31.03.2017
39. World Metal Statistics Yearbook 2015. 2015
40. World Metal Statistics Yearbook 2016. 2016



ВОЛЬФРАМ

Анализ добычных возможностей эксплуатируемых и осваиваемых месторождений вольфрама мира основан на данных о ресурсах, запасах и добыче вольфрама на 240 объектах, в число которых вошли практически все гигантские, крупные и средние по масштабу, а также некоторые мелкие месторождения. Для России учтены все объекты с запасами вольфрама, фигурирующие в Государственном балансе запасов полезных ископаемых Российской Федерации.

Полнота использованной в анализе информации оценивалась по доле добычи триоксида вольфрама на объектах, участвовавших в анализе, по отношению к мировой. Однако мировая статистика добычи этого сырья не ведется, относительно полные данные имеются лишь о производстве вольфрамового концентрата в пересчете на вольфрам, на основе которых экспертно оценивалась добыча триоксида из недр. За 2015 г. выпуск триоксида вольфрама в концентратах, исходя из данных *British Geological Survey (BGS)* [15] и *World Bureau of*

Metal Statistics (WBMS) [47], с уточнениями по Китаю на основе информации, предоставляемой *China's National Bureau of Statistics* [30], и Вьетнаму (по данным отчета компании-владельца единственного вольфрамдобывающего предприятия Нуйфао (Nui Phao) [29]), составил примерно 112 тыс. т, что предполагает его добычу из недр в количестве не менее 140–150 тыс. т.

Суммарная добыча триоксида вольфрама на объектах, участвовавших в анализе, в 2015 г. составила около 68 тыс. т — это менее половины мирового показателя. Неполнота данных связана с тем, что около 82% производства вольфрамового концентрата обеспечивают китайские продуценты, доступная информация о деятельности которых крайне ограничена. Подавляющее большинство их — мелкие предприятия с объемами выпуска концентрата менее 1 тыс. т. Мы располагаем сведениями о производственных мощностях только самых крупных продуцентов, которые обеспечивают около 45% совокупной добычи вольфрама страны КНР, и спорадическими данными об итогах их деятельности. Данные о проектах освоения новых вольфрамовых месторождений в Китае недоступны. В результате при анализе добычных возможностей сырьевой базы вольфрама Китая использовались преимущественно статистические данные по запасам, ресурсам и добыче триоксида вольфрама в КНР в целом, а также экспертные оценки.

Кроме того, для ряда стран, прежде всего, Руанды, Мьянмы и Демократической Республики Конго, где разрабатываются россыпи (скорее всего, кустарным или полукустарным способом), сведения о производстве и сырьевой базе вольфрама носят оценочный характер.

По прочим странам и регионам информация, которой мы располагаем, в значительной степени полна, однако, следует иметь в виду, что на их долю приходится лишь около 18% мирового производства триоксида вольфрама.

Значительную часть мировой добычи вольфрама обеспечивают месторождения трех основных геолого-промышленных типов (рис. 10.1):

- скарновый;
- жильный;
- штокверковый, в том числе объекты, относимые за рубежом к порфировому типу.

Известен также ряд второстепенных типов месторождений вольфрама, значение которых для мировой добычи металла невелико. К ним относятся грейзеновый, стратиформный, россыпной, оловянный с попутным вольфрамом и техногенный.

Месторождения вольфрама в большинстве своем ассоциируют с гранитоидными интрузивами или средне- или высокометаморфизованными породами, сформировавшимися в различных тектоно-магматических обстановках [3].

Скарновые месторождения по масштабу варьируют от мелких до крупных и гигантских. Обычно рудные залежи располагаются непосредственно на контактах гранитоидных интрузивов и карбонатных, реже алюмосиликатных пород, хотя могут быть и удалены от них. Рудные тела характеризуются многообразием форм, они часто наследуют форму скарновых образований, но оруденение может распространяться за их пределами. Мощность рудных залежей достигает 100 м и более, протяженность по простиранию — 1–2 км, по падению — до 1 км. Вольфрамовое оруденение, представленное шеелитом, чаще всего локализуется в пироксеновых и гранат-пироксеновых скарнах, имеет наложенный характер и образует обособленные участки, местоположение которых контролируется структурными особенностями или минеральным составом скарнов. Содержание WO_3 в рудах колеблется от десятых долей процента до нескольких процентов. Руды часто комплексные; в качестве попутных компонентов выступают молибден, медь, цинк, висмут, золото, серебро, железо, олово. Скарновые месторождения широко распространены, они известны в Китае, где самыми значимыми являются Сандаочжуан (Sandaozhuang), Шичжюань (Shizhuyuan) и др., Канаде — месторождения Кантанг (Cantung) и Мактанг (Macung), Австралии — Маунт-Линдсей (Mt Lindsay), Долфин (Dolfin) и др., США — Спрингер (Springer), России — Тырныауз, Восток-2, Скрытое и др., Вьетнаме — Нуйфао, Южной Кореи — Сандон (Sangdong) и в других регионах мира.

Жильные гидротермальные месторождения часто формируются в надинтрузивных зонах малоглубинных плутонических комплексов преимущественно кислого состава, хотя для некоторых объектов связь с интрузивами неочевидна. По масштабам оруденения большая их часть относится к мелким или средним, однако известен целый ряд крупных и даже гигантских объектов, прежде всего в Китае, в частности, Сихуашань (Xihuashan) в провинции Цзянси, ресурсы которого превышают 1,1 млн т триоксида вольфрама [37], и Шаньху (Shanhu) в провинции Гуанси (более 200 тыс. т [5]).

В рудных полях жильных месторождений обычно выделяются одна-две (реже более) системы кварцевых жил, которые сопровождаются околорудными ореолами измененных пород разнообразного типа, в том числе грейзенизацией, березитизацией, окварцеванием, серицитизацией, пропилити-

зацией, аргиллизацией и др. Протяженность жил по простиранию обычно составляет 300–600 м, редко достигая 1,5–2 км, при мощности в среднем 0,8–1 м. По падению они прослеживаются до глубины 600–800 м, редко до 1000 м и более. Объектом отработки являются отдельные жилы или их сближенные «пучки».

Жильные месторождения характеризуются, как правило, сравнительно высоким качеством руд — средние содержания WO_3 в них колеблются от десятых долей процента до 1,5%, в ряде случаев достигая 2,5%. Главным вольфрамовым минералом является вольфрамит, образующий в жилах рассеянную, неравномерно распределенную вкрапленность кристаллов или их агрегатов; обогащенные участки приурочены к местам искривления рудовмещающих трещин, участкам пересечения и сопряжения трещин различной ориентировки или ответвлениям оперяющих трещин [1]. Помимо вольфрамита, в жильных месторождениях часто присутствуют касситерит, шеелит, молибденит, реже — минералы висмута, меди, серебра в форме сульфидов и сульфосолей.

Штокверковые месторождения образуются в обстановках, сходных с жильными объектами и отличаются от них, прежде всего, формой рудных тел. Залегают штокверки в терригенных и вулканогенно-терригенных породах на интрузивных зонах интрузивов, реже — в гранитах. По масштабам эти месторождения, как правило, относятся к крупным и гигантским. Площадь штокверков может составлять десятки и сотни квадратных метров при глубине распространения до 1000 м и более. Крупные и сверхкрупные объекты, содержащие от десятков до сотен миллионов тонн руды, приуроченные к интрузивным и субвулканическим телам кислого состава, в англоязычной литературе называют порфировыми, но в России применительно к вольфрамовым объектам этот термин не используется.

Рудная минерализация связана с одной или несколькими системами кварцевых прожилков, могут также присутствовать минерализованные брекчии. Мощность прожилков варьирует от первых миллиметров до нескольких сантиметров; плотность достигает 30–40 штук на 1 пог.м. Распределение прожилков внутри штокверковых тел неравномерно. Оруденение обычно низкокачественное — средние содержания WO_3 варьируют от сотых долей процента до 0,3–0,4%. В рудах совместно с минералами вольфрама, главным среди которых часто является шеелит, в разных количествах могут присутствовать молибденит, касситерит, берилл, минералы висмута, сульфиды железа, меди, свинца, цинка и др.

Типичным представителем месторождений штокверкового (порфирового) типа является месторождение Сиссон (Sisson) в Канаде.

Грейзеновые месторождения пространственно и генетически тесно связаны с кислыми и ультракислыми лейкократовыми гранитами. По масштабам вольфрамового оруденения они варьируют от мелких до крупных, по площади могут достигать 1 кв.км, на глубину распространяются до 400 м. В таких объектах присутствуют собственно грейзены и сопряженные с ними кварц-полевошпатовые метасоматиты в апикальных частях небольших гранитоидных массивов и зоны с наложенной грейзенизацией в экзоконтактных зонах. Морфология рудных тел разнообразна; они представляют собой залежи изометричной, удлиненной или неправильной формы, повторяющей очертания гранитных куполов. Оруденение представлено жилами, системами прожилков, по морфологии близкими к штокверкам, а также вкрапленностью в грейзенизированных породах. Распределение рудных минералов очень неравномерно. Содержания WO_3 в рудах обычно находятся в диапазоне от 0,1% до 0,5%. Грейзеновые месторождения характеризуются комплексным составом руд: вместе с вольфрамитом, который выступает главным рудным минералом, они содержат касситерит, молибденит, берилл, висмутин и висмутовые сульфосоли, тантало-ниобаты и литиевые слюды. Руды, как правило, малосульфидные легкообогатимые [1; 2, с. 4–7; 4, с. 8–9; 14]. Месторождения грейзенового типа разведаны в России, Чехии, Казахстане, Великобритании, Австралии, Канаде, Китае, Монголии. Самым известным из них является Циновец (Činovec) в Чехии; к этому же типу относится недавно запущенное в отработку крупное месторождение Хемердон (Hemerdon) в Великобритании.

Стратиформные месторождения распространены меньше, чем другие геолого-промышленные типы; по масштабам оруденения они относятся к средним и крупным. Такие объекты представлены пласто- и линзообразными залежами скарноидов с вкрапленным, прожилково-вкрапленным и прожилково-жилым оруденением в обогащенных кальцием горизонтах терригенных и вулканогенных пород, залегающих среди плотных кварцитовидных алюмосиликатных толщ. Оруденение сопровождается также амфиболлизацией, биотитизацией, серицитизацией и хлоритизацией вмещающих пород. Размеры рудных тел варьируют в широком диапазоне: протяженность залежей по простиранию достигает 1–1,5 км, мощность от 4–5 м до 20–40 м, глубина распространения — до 1 км. Главный рудный минерал — шеелит, который сопровождается сульфидной минерализацией (пиритом, пирротинном, арсенопиритом, халькопиритом, галенитом, сфалеритом). Ему также могут сопутствовать самородное золото, иногда минералы висмута и серебра. Содержания WO_3 варьируют от 0,3% до 0,7% [1; 14].

Среди стратиформных объектов наиболее известно месторождение Фельбертал (Felbertal) в Австрии, больше известное как Миттерзилль (Mittersill) [1; 38].

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ ВОЛЬФРАМА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ВЕДУЩИХ ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ТИПОВ ДО 2030 г.

В настоящее время основным источником вольфрамового сырья являются месторождения скарнового типа, в рудах которых вольфрам может выступать как ведущий и как попутный полезный компонент, если ведущим является молибден. В 2014–2015 гг. месторождения этого типа обеспечили 47–48% мировой добычи вольфрама (рис. 10.1). Однако уже по итогам 2016 г. их доля несколько снизилась по причине прекращения эксплуатации крупного канадского объекта Кантанг. Единственное разрабатываемое в стране месторождение обеспечивало Канаде третье место среди вольфрамодобывающих стран, в 2014 г. добыча на нем составила примерно 3,2 тыс. т триоксида вольфрама. Однако в конце 2015 г. его владелец, компания *North American Tungsten Corp.* обанкротилась, рудник был законсервирован. Дальнейшая судьба предприятия не ясна; в анализе мы предполагаем, что в период до 2030 г. добыча на нем вестись не будет.

В период до 2021 г. добыча вольфрама в мире будет расти, во многом — благодаря вводу в эксплуатацию нескольких новых скарновых месторождений (табл. 10.1): в 2018 г. — Сандон в Южной Корее и Молихил (Molyhil) в Австралии, в 2020 г. — объектов группы Долфин и месторождения Маунт-Линдсей в Австралии. В результате с 2020 г. добыча вольфрама из скарновых объектов может возрасти по сравнению с 2015 г. почти на 20%, или более чем на 7 тыс. т триоксида вольфрама. В то же время ряд скарновых проектов в период 2014–2016 гг. был заморожен вследствие падения цен на вольфрам, среди них — крупные Мактанг в Канаде и Викторио (Victorio) в США, где предполагалось добывать 8 тыс. т и 5,5 тыс. т триоксида вольфрама соответственно, Скрытое в России с проектной добычей на уровне 1,7 тыс. т триоксида вольфрама. В начале 2017 г. недропользователь отказался от реализации проекта Табуако (Tabuaco) в Португалии с проектной добычей 1,6 тыс. т триоксида вольфрама. При улучшении ситуации на рынке все эти проекты или какая-то их часть могут быть запущены вновь и рост добычи вольфрама на скарновых месторождениях может быть более значительным.

В следующем десятилетии возможно некоторое сокращение объемов добычи вольфрама на объектах скарнового типа, связанное с исчерпанием ресурсов месторождений Лос-Сантос (Los Santos) в Испании, Лермонтовского и Восток-2 в России, а также осваиваемого Молихил (Австралия). Поддержать ее может возобновление эксплуатации месторождения Кантанг или развитие новых скарновых проектов.

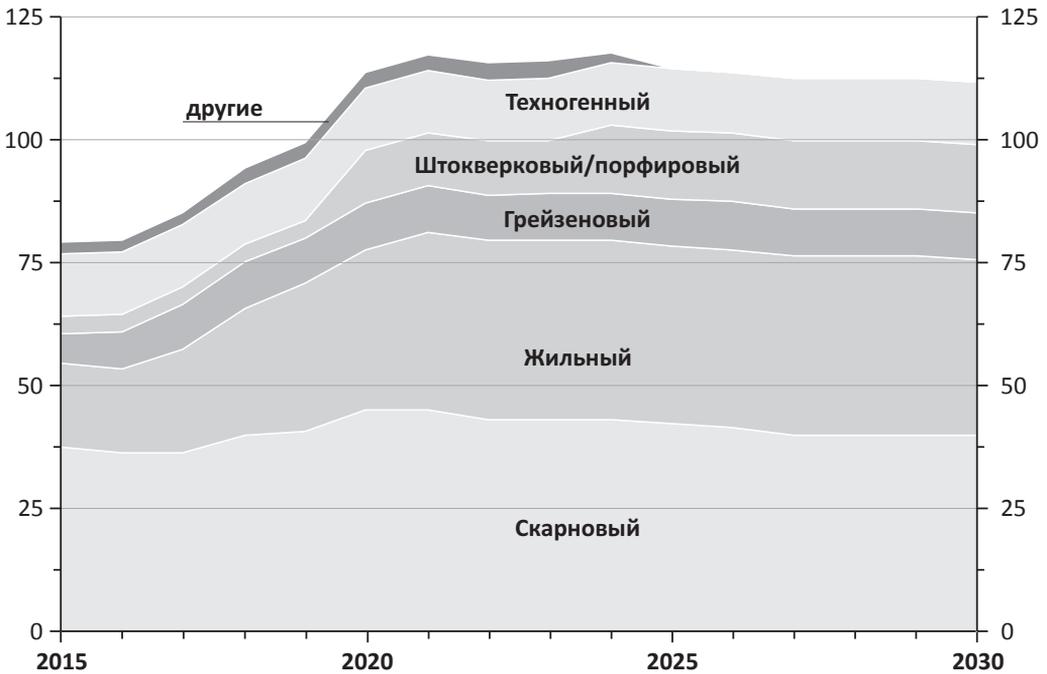


Рис. 10.1 Прогноз добычи вольфрама на основе ресурсов месторождений различных геолого-промышленных типов в мире в 2015–2030 гг., тыс.т в пересчете на WO_3

Вторым по значимости является жильный геолого-промышленный тип месторождений вольфрама, который в настоящее время обеспечивает около пятой части мировой добычи на объектах, включенных в анализ; в основном это месторождения, расположенные в Китае.

Объем вольфрама, извлекаемого из недр жильных объектов, к 2021 г. может вырасти более чем вдвое, поскольку в ближайшее время ожидался ввод в эксплуатацию целого ряда месторождений вне Китая: в 2017 г. должна была начаться эксплуатация месторождений Барруэкопардо (Barruésopardo) и Ла-Паррилья (La Parrilla) в Испании, в 2018 г. — Маунт-Карбин (Mt Carbine) в Австралии, в 2019 г. — Уотершед (Watershed) в Австралии и Вальтрейксаль (Valtreixal) в Испании, в 2020 г. — Биг-Хилл (Big Hill) в Австралии. После выхода на проектную мощность в совокупности они смогут давать до 19,5 тыс.т триоксида вольфрама ежегодно. При этом ныне эксплуатируемые месторождения располагают достаточной ресурсной базой для того, чтобы поддерживать текущий уровень добычи до 2030 г. и далее; исключение составляет мелкое месторождение Цагаан-Даваа (Tsagaan Davaa) в Монголии с годовым уровнем добычи всего 0,1 тыс.т триоксида вольфрама.

Ресурсы осваиваемых месторождений, на базе которых создаются рудники, также достаточны для продолжения добычи после 2030 г. Исключение составляет месторождение Маунт-Карбин, ресурсы которого в 2030 г. могут быть полностью отработаны после 13 лет эксплуатации. Это приведет к незначительному сокращению добычи вольфрама в мире лишь в последний год рассматриваемого периода относительно максимального уровня 2021 г. В целом добыча на жильных объектах может вырасти более чем вдвое по сравнению с 2015 г.

Грейзеновые месторождения вольфрама до недавнего времени играли сравнительно небольшую роль в мировой добыче. Однако выход на проектную мощность рудника на месторождении Хемердон (Великобритания), запущенного в 2015 г., может увеличить суммарное производство металла на объектах этого типа на 50%, нарастив их долю в мировой добыче до 9–10%. Кроме того, в середине 2020–х гг. может быть начата добыча попутного вольфрама на грейзеновом месторождении лития Циновец в Чехии.

Также в настоящее время невелика роль объектов штокверкового типа (порфирировых). Однако, если в эксплуатацию будут введены месторождения Сиссон и Маунт-Плезант (Mt Pleasant) в Канаде, они смогут давать около 10 тыс. т триоксида вольфрама. В результате добыча на порфирировых объектах может вырасти по сравнению с текущим уровнем почти вчетверо и будет сохраняться на достигнутом уровне не только до 2030 г., но и в более отдаленной перспективе. Таким образом, месторождения этого типа к концу рассматриваемого периода смогут обеспечивать до 12–13% мирового производства вольфрама и станут его важным источником в мире. Их доля может оказаться еще более существенной в случае возобновления реализации проекта освоения месторождения Нортерн-Дансер (Northern Dancer), также расположенного в Канаде, приостановка которого связана не столько с экономическими причинами, сколько с изменением приоритетов компании-недропользователя. По предварительному проекту, годовая добыча триоксида вольфрама на этом объекте могла составить 7,6 тыс. т.

Дополнительным источником металла являются техногенные объекты, роль которых может возрасти, прежде всего, в Китае; здесь, по косвенным данным, в отвалах и хвостохранилищах заключено большое количество металла, уже сейчас обеспечивающего порядка 16% его добычи в этой стране [44].

В небольших количествах вольфрам добывается из месторождений стратиформного типа, из россыпей, а также на некоторых оловорудных объектах. Их роль невелика и существенного роста добычи на них не ожидается.

Прогноз добычи вольфрама на важнейших месторождениях мира до 2030 г.

Около 40% мировой добычи вольфрама и производства вольфрамовых концентратов обеспечивают в настоящее время 21 эксплуатируемое месторождение; 12 из них расположены в Китае (рис. 10.2). Остальной объем металла извлекается на объектах, разрабатываемых мелкими продуцентами и старателями в таких странах, как Руанда, Мьянма, Монголия, Боливия, Перу, Бразилия и некоторые другие, а также на месторождениях Китая, о которых мы не имеем информации.

Крупнейшим поставщиком металла на сегодняшний день является уникальное по масштабу китайское скарновое месторождение Сандаочжуан (Sandaozhuang), на долю которого в 2015 г. пришлось около 8,5% добычи и почти 9% мирового производства вольфрамовых концентратов (в пересчете на триоксид вольфрама). Важными центрами добычи вольфрама также служат уникальные и крупные скарновые месторождения Шичжюань (Shizhuyuan) и Сянлушань (Xianglushan), жильное Яогансянь (Yaogangxian) и порфиоровое Синлокэн (Xingluokeng) в Китае, занимающие третью, четвертую, пятую и шестую позиции по объему добычи металла. На второе место в 2015 г. вышло месторождение Нуйфао во Вьетнаме, введенное в строй в 2013 г. На каждом из крупнейших объектов ежегодно добывается не менее 3,5–4 тыс. т триоксида вольфрама. Все они обеспечены ресурсами на длительную перспективу.

Еще на пятнадцати эксплуатируемых месторождениях с уровнем добычи 1–3 тыс. т триоксида вольфрама в год, восемь из которых — китайские, в 2015 г. добыто более 27 тыс. т триоксида вольфрама, или 18–19% мирового показателя. Однако количество получаемого на них металла будет сокращаться. В 2015 г. по экономическим причинам прекращено производство на руднике на канадском месторождении Кантанг, хотя его ресурсной базы хватило бы на поддержание добычи до 2030 г. и далее. Еще до начала следующего десятилетия иссякнут ресурсы российского Лермонтовского месторождения, а к середине 2020-х годов — месторождений Лос-Сантос в Испании, Миттерзилль в Австрии и Восток-2 в России. В результате, если не будет возобновлена работа рудника Кантанг, ныне эксплуатируемые месторождения «второго эшелона» будут давать примерно на треть вольфрама меньше, чем сегодня.

В 2015 г. в мире появился новый крупный источник вольфрамового сырья — началась добыча на грейзеновом месторождении Хемердон в Великобритании, которая уже в 2017 г. могла достичь 4,7–4,8 тыс. т триоксида вольфрама в год, что вывело бы его в число мировых лидеров. Ресурсная база месторождения достаточна для поддержания производства до 2030 г. и далее.

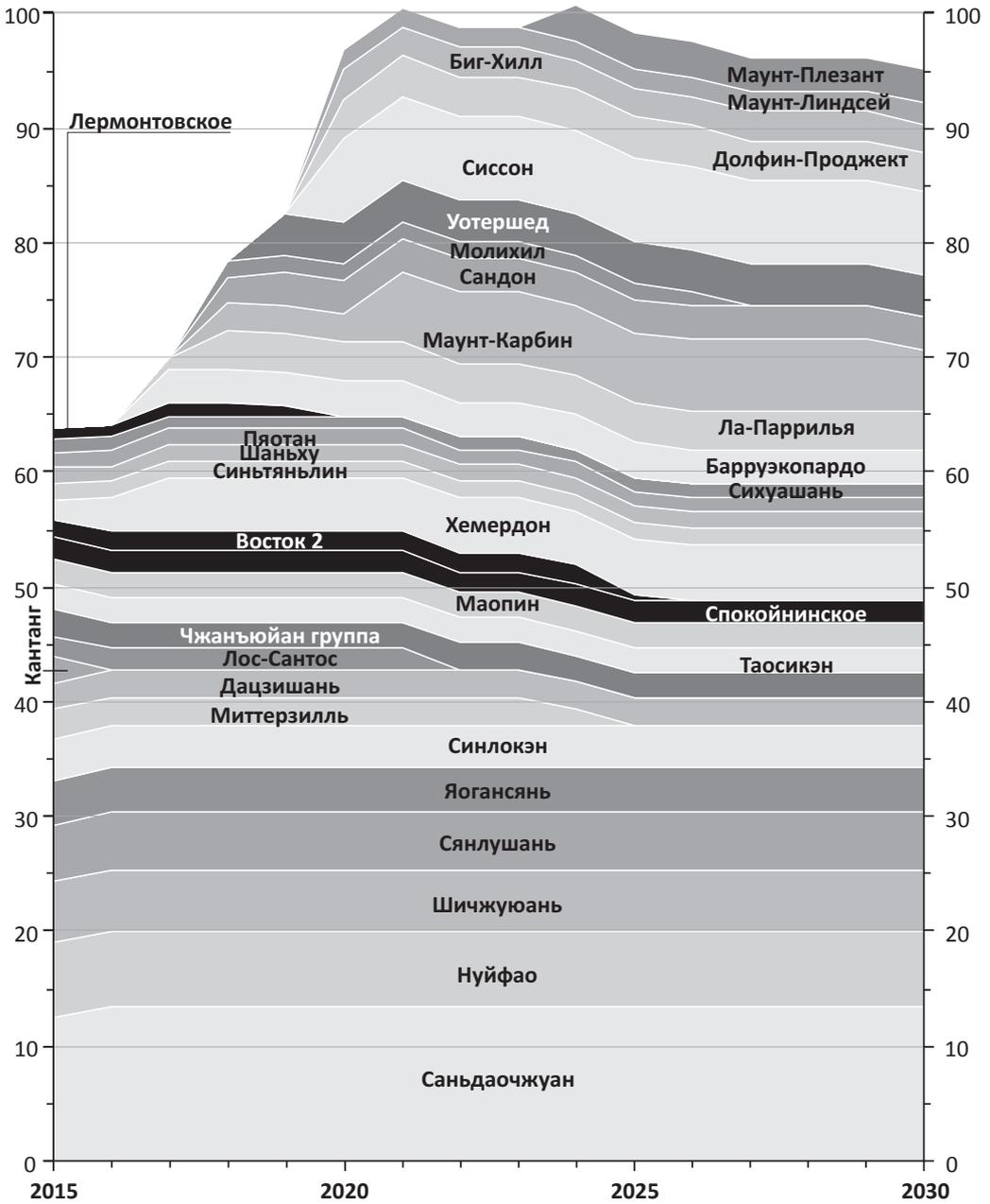


Рис. 10.2 Прогноз добычи вольфрама на основе ресурсов важнейших месторождений мира в 2015-2030 гг., тыс. т в пересчете на WO_3

В период до 2030 г. за пределами Китая могут быть введены в строй еще 10 новых вольфрамдобывающих предприятий с проектной добычей триоксида вольфрама не менее 1 тыс. т в год (табл. 10.1). На месторождении Сиссон в Канаде планируется добывать 7,4 тыс. т триоксида вольфрама в год, существенные приросты могут обеспечить проекты Маунт-Карбин, Уотершед, группа Долфин и Биг-Хилл в Австралии с суммарным уровнем производства 15,9 тыс. т в год, Ла-Паррилья и Барруэкопардо в Испании (6,4 тыс. т), а также Сандон в Южной Корее (2,8 тыс. т). Основная часть проектов может быть введена в эксплуатацию до 2020 г., в этом случае в начале следующего десятилетия добыча вольфрама на месторождениях, разрабатываемых крупными и средними предприятиями, может вырасти по сравнению с уровнем 2015 г. почти на 55%. Если это произойдет, доля китайских рудников такого масштаба в мировом производстве сократится с текущих 30–32% до примерно 25%, что, однако, принципиально не повлияет на существующее сегодня положение.

С 2025 г. добыча вольфрама крупными и средними по масштабу предприятиями может начать снижаться в связи с исчерпанием ресурсов некоторых месторождений, в числе которых не только эксплуатируемые, но и осваиваемые сегодня объекты. Однако это снижение, скорее всего, будет незначительным — в 2030 г. оно составит всего несколько процентов относительно «пикового» показателя 2024 г.

Падение цен на вольфрам в 2014–2016 гг. привело к консервации ряда проектов освоения новых месторождений вольфрама: порфирином Нортерн-Дансер в Канаде (проектная производительность 7,6 тыс. т триоксида вольфрама в год), скарновых Мактанг (Mactung) в Канаде (6,4 тыс. т), Виктории в США (5,5 тыс. т), Скрытом в России (1,7 тыс. т), Табуако в Португалии (1,6 тыс. т), грейзеновом Грей-Ривер (Grey River) в Канаде (0,8 тыс. т). Суммарно их реализация могла бы обеспечить дополнительно около 23,6 тыс. т триоксида вольфрама в год. Иначе говоря, прирост добычи вольфрама в неазиатском мире при более благоприятной конъюнктуре рынка мог бы оказаться более чем в полтора раза больше.

Таблица 10.1 Проекты освоения месторождения вольфрама в мире

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче WO ₃ , тыс. т	Другие полезные компоненты
Порфириновый геолого-промышленный тип					
Сиссон (Sisson)	Канада	FS	2020	7,4	Mo

Добычные возможности недр

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче WO , тыс. т	Другие полезные компоненты
Маунт-Плезант (Mt Pleasant)	Канада	PEA	2024	3	Mo
Нортерн-Дансер (Nortern Dancer)	Канада	PEA	законсервирован	7,6	Mo
Скарновый геолого-промышленный тип					
Скрытое	Россия	FS	законсервирован	1,7	—
Табуако (Tabuaco)	Португалия	FS	законсервирован	1,6	—
Сандон (Sandong)	Южная Корея	FS	2018	2,8	Mo
Молихил (Molyhil)	Австралия	FS	2018	1,5	Mo
группа Долфин (Dolfin)	Австралия	FS	2020	3,5	—
Маунт-Линдсей (Mt Lindsay)	Австралия	FS	2020	1,8	Sn**, Fe, Cu
Мактанг (Mactung)	Канада	PEA	законсервирован	6,4	—
Викторио (Victorio)						США	PEA	законсервирован	5,5	Mo**
Жильный геолого-промышленный тип					
Барруэкопардо (Barruecopardo)	Испания	FS	2017	3	—
Ла-Паррилья (La Parrilla)	Испания	FS	2017	3,4	Sn
Маунт-Карбин (Mt Carbine)	Австралия	FS	2018	2,5, с 2021 г.— 6,2	—
Кливленд (Cleveland)	Австралия	PEA	2018	0,6	Sn**

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче WO ₃ , тыс. т	Другие полезные компоненты
Уотершед (Watershed)	Австралия	FS	2019	3,7	—
Вальтрейксаль (Valtreixal)	Испания	PFS	2019	0,7	Sn
Биг-Хилл (Big Hill)	Австралия	PFS	2020	2,7	—
Грейзенный геолого-промышленный тип					
Циновец (Cinovec)	Чехия	PEA	2025	0,3	Li**, Sn
Грей-Ривер (Grey River)	Канада	PEA	законсервирован	0,8	—

* PEA — preliminary economic assessment, PFS — prefeasibility study, FS — feasibility study

** — основной компонент

Прогноз добычи вольфрама основных стран-производителей до 2030 г.

Запасами и ресурсами вольфрама располагают 27 стран мира (табл. 10.2). По нашей оценке, на конец 2016 г. запасы триоксида вольфрама составляли около 3,7 млн т, а его суммарные ресурсы оцениваются в 16,3 млн т.

Таблица 10.2 Ресурсы и запасы триоксида вольфрама в мире, тыс. т

Страна	Категория	Значение
Россия*	Запасы категорий A+B+C ₁	950,8
	Запасы категории C ₂	384,5
	Запасы забалансовые	652,8
Австралия	Proved + Probable Reserves	283,7
	Economic Demonstrated Resources + Subeconomic Resources + Inferred Resources	813,1

Добычные возможности недр

Страна	Категория	Значение
Австрия	Reserves	16,8
Боливия	Resources	91 ^r
Бразилия	Reserva Lavravel	35,1
	Resources	56 ^r
Великобритания	Proved + Probable Reserves	61,2^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	239,3 ^r
Вьетнам	Reserves	181,8^r
	Resources	284,7 ^r
Дания (Гренландия)	Resources	2,2
Зимбабве	Reserves	1,5^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	54,3 ^r
Индия	Resources	142
Испания	Proved + Probable Reserves	37,4^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	151,9 ^r
Казахстан	Resources	2005 ^r
Канада	Proved + Probable Reserves	362,2^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1256 ^r
Киргизия	Запасы категории A+B+C₁+C₂	137,5^r
Китай	Ensured Reserves	2331
	Resources	7205
Корея Южная	Proved + Probable Reserves	35,5^r
	Indicated + Inferred Resources	258,9 ^r
Мексика	Measured + Indicated + Inferred Resources	6,9 ^r
Монголия	Resources	477,3 ^r
Перу	Proved + Probable Reserves	1,3^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	37,2 ^r
Польша	Inferred Resources	298

Страна	Категория	Значение
Португалия	Proved + Probable Reserves	3,9^r
	Resources	77,2 ^r
Словакия	Inferred Resources	13,9 ^r
США	Reserves	176,5
	Measured + Indicated + Inferred Resources	495,3 ^r
Таджикистан	Resources	27 ^r
Узбекистан	Resources	130 ^r
Финляндия	Resources	2,3
Чехия	Indicated + Inferred Resources	89,6

По данным: [22; 24; 25; 26; 27; 31; 32; 36; 40; 45].

* — по данным официальных источников

^r — сумма по известным месторождениям

Производство вольфрама в концентрате в мире в 2015 г. составило 88,5 тыс. т (112 тыс. т триоксида вольфрама) (табл. 10.3).

Таблица 10.3 Динамика производства вольфрама в концентратах в мире в 2011–2015 гг., тыс. т

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Россия	3,31	3,54	2,97	2,66	2,64
Европа	2,02	1,87	2,03	2,31	2,37
Австрия	0,86	0,71	0,85	0,82	0,87
Великобритания	0	0	0	0	0,2
Испания	0,34	0,39	0,49	0,82	0,84
Португалия	0,82	0,76	0,69	0,67	0,47
Азия	65,14	66,03	73,13	76,51	78,46
Вьетнам	1,64	1,05	1,1	4,3	5,1
Китай	62,8	64,3	71,15	71,1	72,98
Корея Северная	0,11	0,1	0,09	0,07	0,07
Монголия	0,08	0,12	0,25	0,77	...

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Мьянма	0,17	0,2	0,2	0,1	0,25
Таиланд	0,29	0,13	0,25	0,17	0,06
Узбекистан	0,05	0,13	0,1	0,1	0,1
Африка	1,09	1,87	1,51	1,40	1,18
Бурунди	0,31	0,34	0,04	0,03	0,01
Дем.Респ.Конго	0,04	0,1	0,06	0,01	0,06
Руанда	0,73	1,39	1,34	1,31	1,08
Уганда	0,01	0,04	0,07	0,05	0,03
Америка	4,18	4,21	4,5	4,23	3,90
Боливия	0,86	0,95	0,98	0,96	1,12
Бразилия	0,3	0,38	0,49	0,51	0,54
Канада	1,78	2,16	2,28	2,17	1,63
Перу	0,55	0,37	0,04	0,08	0,14
Ок.и Авст.	0,02	0,29	0,32	0,48	0,35
Австралия	0,02	0,29	0,32	0,48	0,35
Итого	75,16	77,55	83,83	87,26	88,51

По данным: [6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 15; 16; 17; 18; 21; 23; 24; 28; 33; 34; 35; 39; 41; 42; 43; 46; 47].

Как уже отмечалось, крупнейшим мировым продуцентом вольфрама является Китай, который, исходя из мировой статистики, обеспечивает до 85% совокупной его добычи. На его территории известны месторождения различных геолого-промышленных типов, при этом около 70% запасов и ресурсов страны заключено в уникальных и крупных по масштабу месторождениях.

По данным *China Non-ferrous Metals Industry Association* [18], в 2013–2014 гг. производство триоксида вольфрама в концентратах в Китае находилось на уровне 89,7 тыс. т, что явилось историческим рекордом, а в 2015 г. было произведено около 92 тыс. т, или более 82% мирового показателя. Это потребовало добычи на уровне не менее 110–115 тыс. т. Запасы (Ensured Reserves) триоксида вольфрама, по данным *National Bureau of Statistics of China* [32], составляют 2,33 млн т. При сохранении уровня добычи 2015 г. этого количества хватит примерно на 20 лет, т.е. до 2035 г. Ресурсы (не включая запасы),

которые, исходя из доступных данных по отдельным месторождениям, составляют еще примерно 5 млн т триоксида вольфрама, способны обеспечить еще около 40 лет добычи на том же уровне. Таким образом, сырьевая база вольфрама Китая достаточна для поддержания добычи на текущем уровне не только в период до 2030 г. (рис. 10.3), но и на более отдаленную перспективу. При этом в стране ведутся активные и результативные геологоразведочные работы на вольфрам.

В 2014 г. на второе место в мире по добыче вольфрама вышел Вьетнам, где в 2013 г. введено в строй добывающее предприятие на крупном скарновом месторождении Нуйфао; в 2015 г. на нем было добыто около 6,4 тыс. т триоксида вольфрама, в 2016 г. — 6,6 тыс. т. Ресурсная база месторождения достаточна для поддержания уровня добычи, достигнутого в 2015 г., не менее, чем на 20 лет.

Россия, в течение всего постсоветского периода занимавшая вторую позицию среди стран-производителей вольфрамового сырья, в 2014 г. была вытеснена на третье место. В настоящее время в стране ведется отработка пяти месторождений вольфрама (включая техногенное Барун-Нарынское). Сырьевая база одного из них — Лермонтовского — при сохранении добычи на уровне 2015 г. будет полностью исчерпана в ближайшие два года; еще одно — Восток-2 — будет отработано в 2025 г. Месторождение Скрытое, рассматривавшееся в качестве замены для Восток-2, планировалось ввести в эксплуатацию в 2017 г., однако проект освоения был приостановлен в 2016 г. из-за низких цен на вольфрам. Новые перспективы ввода его в строй возникли в 2018 г. с появлением отечественного инвестора. Другие объекты, способные компенсировать выбывание добычных мощностей, на сегодняшний день отсутствуют.

В Канаде единственным эксплуатируемым объектом было скарновое месторождение Кантанг, добыча на котором до 2013 г. обеспечивала стране третье место в рейтинге производителей вольфрамового сырья. В конце 2015 г. рудник на нем был законсервирован по экономическим причинам и Канада «выпала» из числа вольфрамдобывающих стран. Однако после 2020 г. ожидается ввод в эксплуатацию двух новых канадских объектов — порфириновых месторождений Сиссон и Маунт-Плезант, которые в сумме смогут давать более 10 тыс. т триоксида вольфрама в течение ближайших двух десятилетий. До падения цен на вольфрам в 2014–2016 гг. в Канаде реализовывалось еще несколько проектов, развитие которых в настоящее время приостановлено; в их числе — потенциально крупнейшее в мире добывающее предприятие на порфириновом месторождении Нортерн-Дансер. При благоприятных рыночных условиях работы на них могут возобновиться, может быть реанимирован

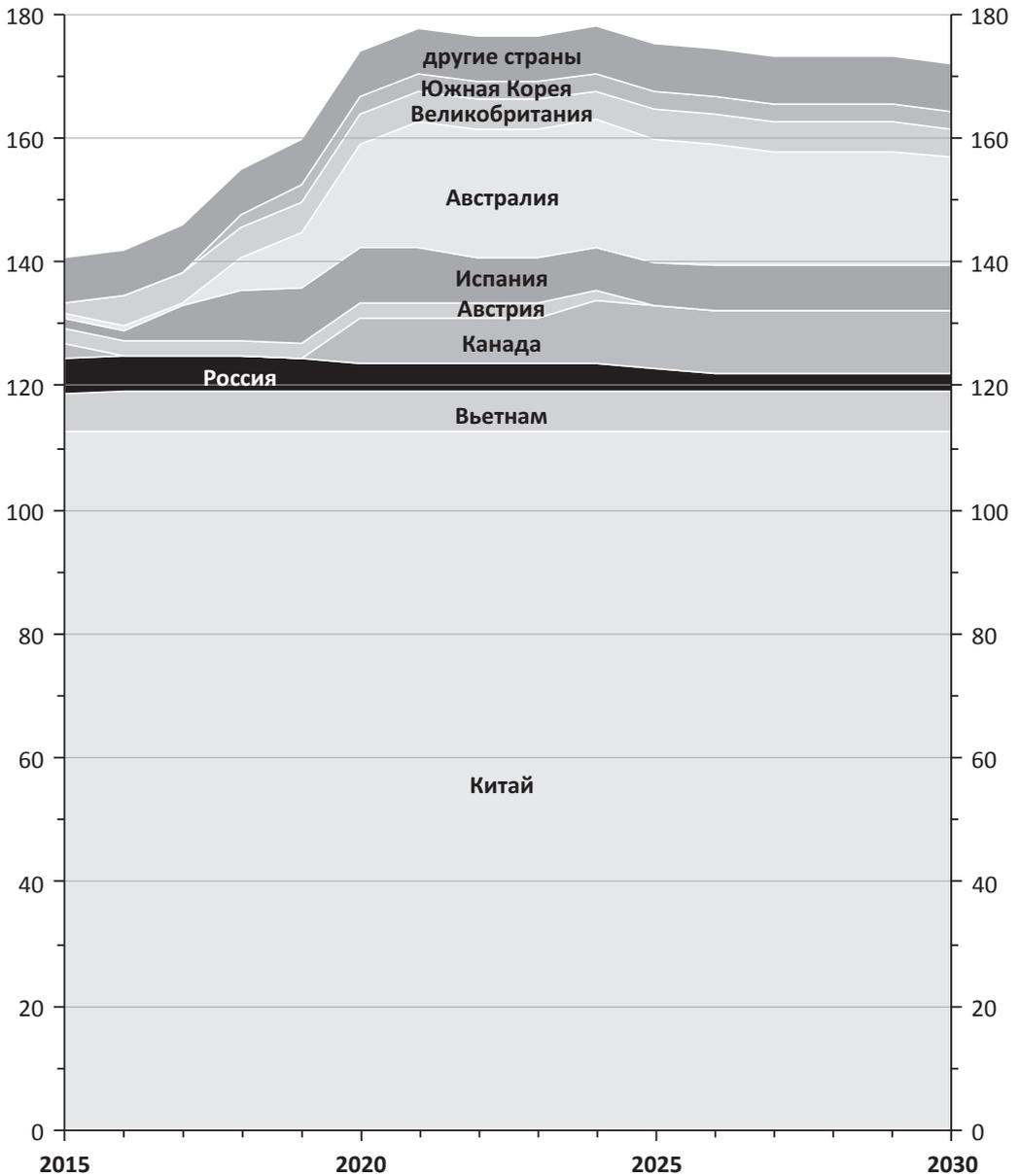


Рис. 10.3 Прогноз добычи вольфрама на основе ресурсов стран-производителей в 2015-2030 гг., тыс. т в пересчете на WO₃ (по Китаю использованы статистические данные по стране в целом)

и рудник Кантанг. Совместно они могут обеспечить добычу в количестве около 20–25 тыс. т триоксида вольфрама в год. При таком сценарии Канада может стать вторым в мире продуцентом металла, уступая только Китаю.

В Испании, благодаря вводу в эксплуатацию трех жильных объектов (Ла-Паррилья, Барруэкопардо и Вальтрейксаль) ожидается примерно четырехкратное увеличение добычи — к 2020 г. она может достичь 8,9 тыс. т триоксида вольфрама. Однако уже в 2021 г. ресурсы разрабатываемого ныне месторождения Лос-Сантос могут оказаться исчерпанными, и объемы добычи упадут до примерно 7 тыс. т триоксида вольфрама.

Отдельного упоминания требует Австралия. В настоящее время вольфрам здесь добывается на двух месторождениях — грейзеновом Вулфрам-Камп (Wolfram Camp) в количестве около 0,5 тыс. т в год и скарновом железорудном Кара (Kara) на уровне 0,15–0,2 тыс. т. Однако в 2018–2020 гг. ожидается ввод в эксплуатацию сразу семи новых объектов — жильных (Маунт-Карбин, Уотершед и Биг-Хилл), скарновых (группы Долфин, Маунт-Линдсей и Молихил) и оловянного штокверкового с попутным вольфрамом Кливленд (Cleveland). Если это произойдет, добыча металла в стране превысит 20 тыс. т триоксида вольфрама в год. Это обеспечит Австралии третье, а, возможно, и второе место в мировом рейтинге стран-продуцентов вольфрама, которое она может сохранить в течение длительного времени, хотя из-за исчерпания ресурсов месторождений Кливленд и Молихил к 2030 г. добыча металла может снизиться до примерно 17 тыс. т в год.

В Великобритании производство вольфрамового сырья началось с вводом в эксплуатацию осенью 2015 г. месторождения Хемердон, ресурсы которого достаточны для обеспечения производства на длительную перспективу.

В ближайшие год-два группа стран-продуцентов может пополниться еще одним участником — в Южной Корее в 2018 г. могло быть введено в эксплуатацию крупное скарновое месторождение Сандон, разработка которого велась в прошлом. Добыча на нем может составить около 2,8 тыс. т триоксида вольфрама в год. В его недрах заключено значительное количество металла, позволяющее вести отработку и после 2030 г.

В перспективе еще одним продуцентом может стать Чехия, где планируется возобновление эксплуатации грейзенового месторождения Циновец. В его рудах вольфрам присутствует в качестве попутного компонента; добыча триоксида вольфрама может составить 0,3–0,35 тыс. т в год.

В связи с исчерпанием ресурсов в середине 2020-х г. может прекратиться добыча вольфрама в Австрии, где разрабатывается стратиформное месторождение Миттерзиль с годовым объемом добычи около 2,5 тыс. т триоксида вольфрама.

Таким образом, в рассматриваемый период Китай сохранит свой статус мирового лидера отрасли, однако перечень стран-производителей вольфрамового сырья может измениться, а места в рейтинге мировых производителей перераспределятся — вторую-третью позиции вместо Вьетнама и России займут, очевидно, Австралия и Канада.

Прогноз добычи вольфрама горными компаниями до 2030 г.

Структура вольфрамовой горной промышленности мира во многом определяется доминированием Китая, его компании обеспечивают более 80% мировой добычи металла. В КНР функционирует множество производителей, ведущих разработку вольфрамовых месторождений, значительная часть которых входит в состав вертикально-интегрированных компаний, управляемых государством (рис. 10.4). Крупнейшей такой структурой является компания *China Minmetals Corp.*, с 2009 г. принимавшая активное участие в консолидации вольфрамовой промышленности и объединившая компании провинций Цзянси, Хунань и Фуцзянь. Уже в 2011 г. под ее контролем находилось более половины ресурсов вольфрама КНР [13].

Крупным производителем также является китайская акционерная компания *China Molybdenum Co.* Она добывает вольфрам попутно на вольфрам-молибденовом месторождении Саньдаочжуан, заключающем около 15% запасов вольфрама Китая. По объему выпуска вольфрамовых концентратов рудник на нем является крупнейшим в мире и обеспечивает более 10% китайского производства вольфрама в концентрате [19; 20].

В Китае также продолжает действовать большое количество мелких горных компаний, совокупно обеспечивающих более половины добычи вольфрама в стране.

За пределами Китая вольфрамовая отрасль характеризуется значительной децентрализацией. Имеются данные о 14 компаниях, действующих в 10 странах мира и в том или ином количестве производивших в 2015–2016 гг. вольфрамовое сырье. Среди них выделяется вьетнамская *Masan Group Corp.*, в управлении которой находится введенный в эксплуатацию в 2013 г. рудник Нуйфао годовой проектной производительностью по добыче более 7,4 тыс. т триоксида вольфрама. Уже в 2015 г. здесь было добыто 6,4 тыс. т триоксида вольфрама, что обеспечило *Masan Group* третье место в мире среди производителей вольфрамового сырья после китайских *China Minmetals Corp.* и *China Molybdenum Co.* Ресурсная база компании достаточна для стабильной работы рудника с проектной производительностью до 2030 г. и далее.

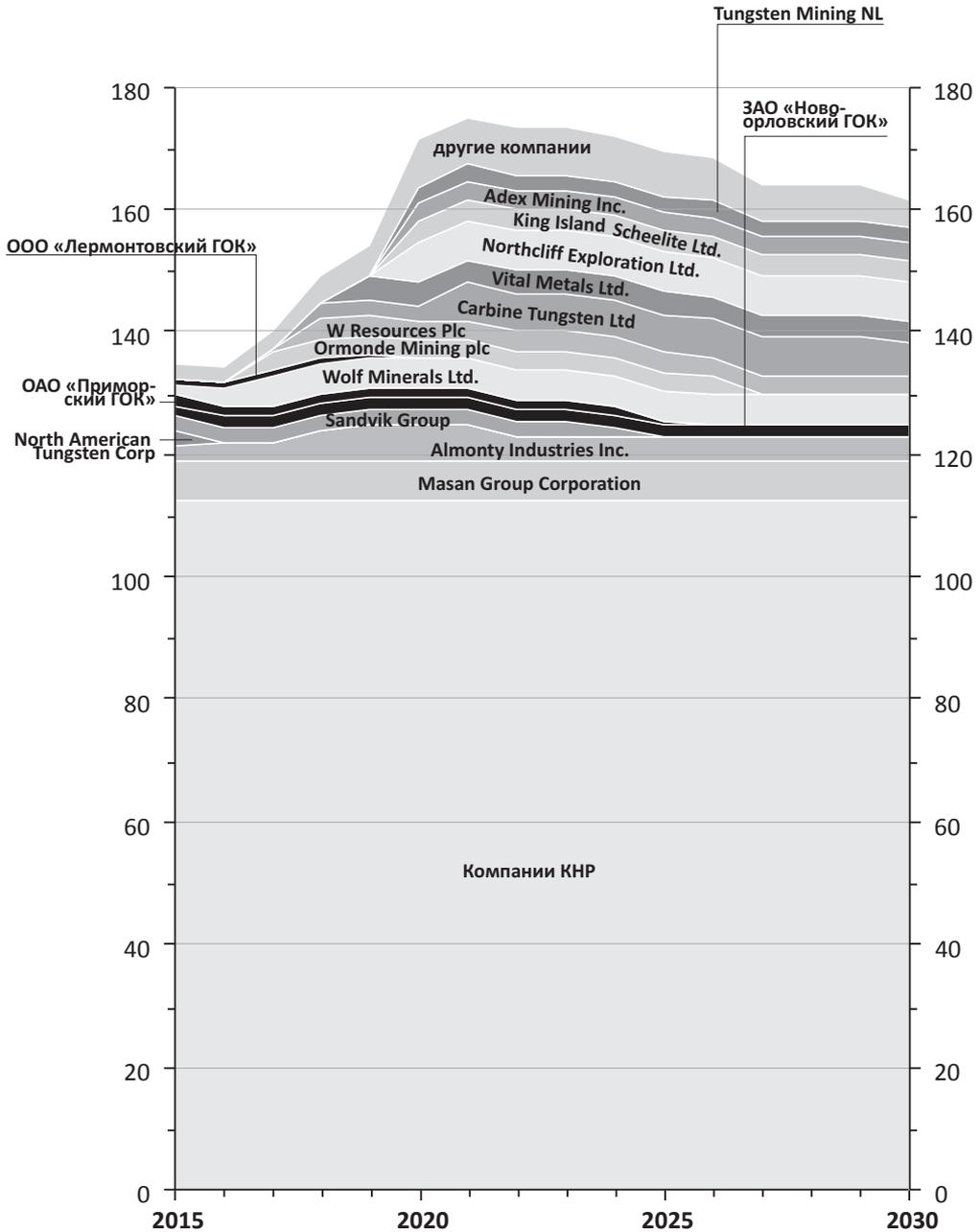


Рис. 10.4 Прогноз добычи вольфрама на основе ресурсов, находящихся в распоряжении добывающих компаний, в 2015-2030 гг., тыс. т в пересчете на WO3

Канадская компания *Almonty Industries Inc.* лишь в 2011 г. внедрилась в вольфрамовую отрасль, начав реализацию стратегии по покупке проблемных и убыточных добывающих активов. Ее первым приобретением стал небольшой рудник Лос-Сантос в Испании. К настоящему времени в портфеле компании находятся три действующих предприятия: помимо Лос-Сантос, это Панашкейра (*Panasqueira*) в Португалии и Вулфрам-Камп в Австралии. В 2015 г. на них суммарно добыто примерно 2,6 тыс. т триоксида вольфрама, в 2016 г. — 2,9 тыс. т, что позволяет *Almonty Industries* занимать вторую позицию среди некитайских продуцентов. Компания участвует, кроме того, в реализации двух вольфрамовых проектов: Сандон в Южной Корее и Вальтрейксаль в Испании, которым она владеет совместно с испанской компанией *SIEMCALSA*. Выход на полную мощность рудников на этих месторождениях, ввод в строй которых был запланирован на 2018–2019 гг., даст компании дополнительно 3 тыс. т триоксида вольфрама в год. Это позволит ей остаться крупным игроком на рынке вольфрама, хотя ее статус в мировом рейтинге понизится.

В конце 2015 г. в результате банкротства рынок покинула канадская компания *North American Tungsten Corp.*, владевшая крупным рудником Кантанг и осваивавшая месторождение Мактанг (оба в Канаде). Ее добыча в 2014 г. составила 3,2 тыс. т триоксида вольфрама, за 9 месяцев 2015 г. — 2,4 тыс. т, что позволяло компании входить в группу крупных некитайских продуцентов вольфрама. В настоящее время рудник Кантанг законсервирован, реализация проекта Мактанг прервана. Возобновление работ в обоих случаях будет полностью зависеть от уровня цен на вольфрам на мировом рынке.

Шведская группа *Sandvik AB* (высокотехнологичная инжиниринговая группа, производящая твердосплавный металлорежущий инструмент, инструмент и оборудование для горной промышленности и строительства) через свою дочернюю компанию — *Wolfram Bergbau und Hütten AG* — управляет шеелитовым рудником Миттерзиль в Австрии. При текущем уровне добычи его ресурсы могут быть исчерпаны к середине 2020-х гг.

Главные российские вольфрамдобывающие компании — ЗАО «Новоорловский ГОК», разрабатывающая Спокойнинское месторождение, ОАО «Приморский ГОК» (Восток-2) и ООО «Лермонтовский ГОК» (Лермонтовское) — относятся к продуцентам «второго эшелона», ежегодно добывая около 1–2 тыс. т триоксида вольфрама. На сегодняшний день они занимают пятое, шестое и восьмое места по объемам добычи вольфрама за пределами Китая. Однако при сохранении текущей ситуации

с сырьевым обеспечением уже через два-три года ООО «Лермонтовский ГОК» останется без сырья; в середине 2020-х годов то же произойдет с ОАО «Приморский ГОК». К 2030 г. возможности производства сохранятся только у ЗАО «Новоорловский ГОК», который при этом окажется во второй десятке некитайских продуцентов вольфрама.

В 2015 г. на мировой арене появился еще один крупный продуцент вольфрамового сырья — австралийская компания *Wolf Minerals Ltd*, успешно завершившая работы по вводу в эксплуатацию проекта Хемердон в Великобритании, где ежегодно планируется добывать около 4,8 тыс. т триоксида вольфрама. Она может стать вторым после *Masan Group Corp.* продуцентом вольфрама за пределами Китая, а в дальнейшем прочно удерживаться в пятерке крупнейших некитайских продуцентов.

В ближайшие годы перечень вольфрамодобывающих компаний, функционирующих за границами КНР, может существенно расшириться. В случае успешной реализации всех имеющихся на сегодняшний день проектов освоения новых месторождений на рынке может появиться еще 14 компаний (в том числе с долевым участием в проектах), которые будут производить вольфрамовое сырье в качестве основного или попутного продукта. Крупнейшими среди них могут стать канадская *Northcliff Exploration Ltd*, реализующая проект Сиссон в Канаде, добыча на котором, согласно проекту, может достигнуть 7,4 тыс. т триоксида вольфрама ежегодно, и австралийская *Carbine Tungsten Ltd.* (проект Маунт-Карбин в Австралии) — 6,2 тыс. т в год. В результате эти две компании совместно с *Masan Group Corp.*, *Wolf Minerals Ltd.* и *Almonty Industries Inc.* могут сформировать пятерку крупнейших некитайских продуцентов вольфрамового сырья, уровень добычи каждого из которых будет превышать 4 тыс. т триоксида вольфрама в год.

Группа продуцентов «второго эшелона» может пополниться семью компаниями, добыча которых проектируется на уровне 1,5–4 тыс. т триоксида вольфрама в год. В их числе — британская компания *W Resources Plc* и ирландская *Ormonde Mining Plc*, развивающие в Испании проекты Ла-Паррилья и Барруэкопардо, завершение которых планировалось уже в 2017 г. Проектная производительность каждого из этих проектов обеспечит ежегодную добычу триоксида вольфрама на уровне 3 тыс. т.

Таким образом, в случае успешной реализации всех имеющихся проектов освоения новых вольфрамовых месторождений круг его некитайских продуцентов существенно расширится и в середине 2020-х гг. на их долю будет приходиться около 35% мирового производства вольфрамового сырья.

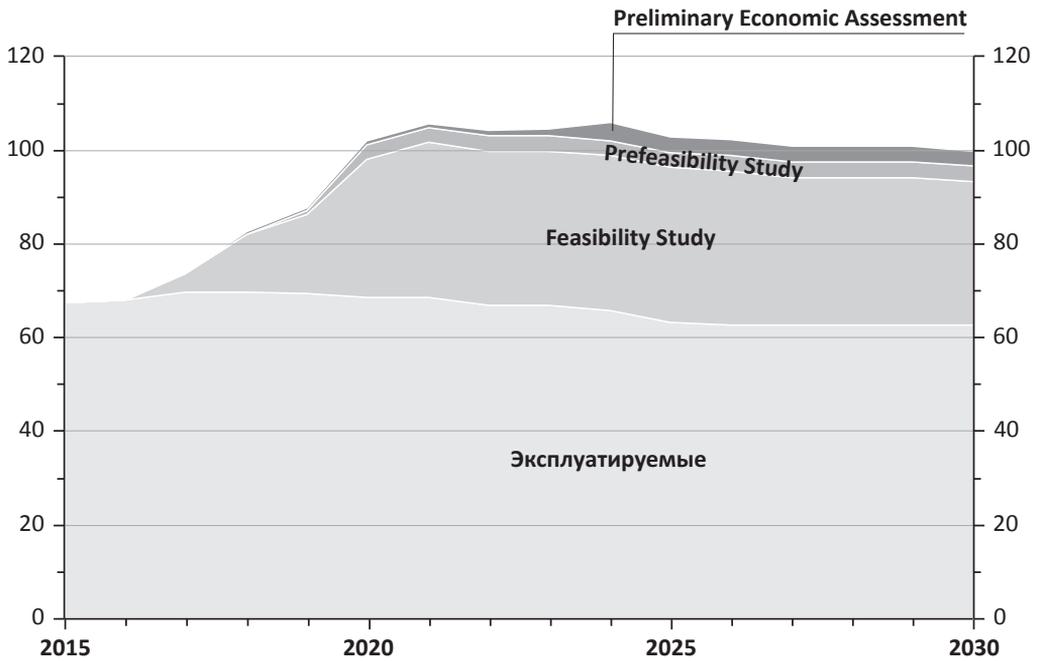


Рис.10.5 Прогноз добычи вольфрама на основе ресурсов эксплуатируемых и осваиваемых месторождений в 2015–2030 гг., тыс. т в пересчете на WO_3 (по Китаю — только достоверные данные)

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ ВОЛЬФРАМА НА ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ И ОСВАИВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ДО 2030 г.

Уровень добычи вольфрама на попавших в выборку эксплуатируемых месторождениях и, соответственно, уровень производства вольфрамовых концентратов, незначительно увеличивавшийся в 2016–2017 гг., примерно до 2020 г. может оставаться стабильным. Однако в дальнейшем ожидается его снижение из-за выбывания ряда объектов, обусловленного истощением их ресурсной базы — российских месторождений Лермонтовское и Восток-2, Миттерзилль в Австрии и Лос-Сантос в Испании (рис. 10.5). В результате к 2026 г. добыча на разрабатываемых в настоящее время объектах может сократиться по сравнению с 2015 г. более чем на 5 тыс. т триоксида вольфрама или примерно на 8%, после чего она снова стабилизируется.

Более половины известных за пределами Китая проектов освоения новых вольфрамовых месторождений в 2015–2016 гг. находились на стадии технико-экономической оценки (feasibility study), иначе говоря, были близки

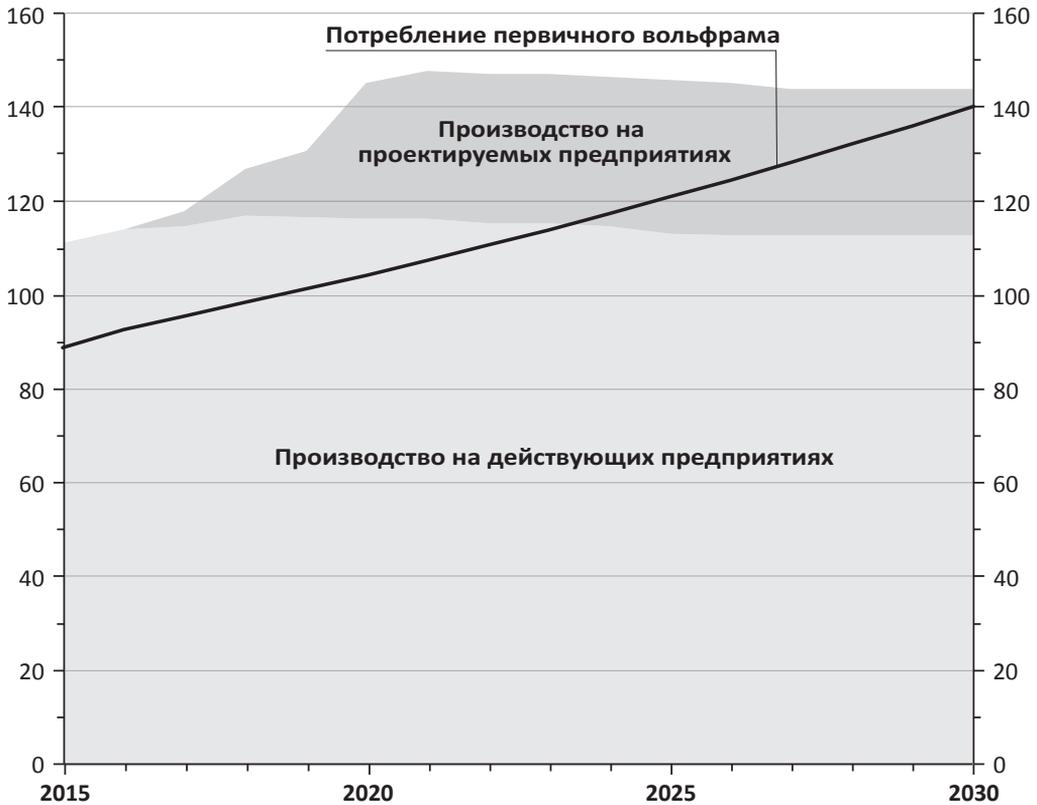


Рис. 10.6 Потребление первичного вольфрама и производство вольфрама в концентратах в 2015–2017 гг. и прогноз на 2018–2030 гг., тыс. т WO₃

к вводу в эксплуатацию. Однако в период с 2012 до 2016 гг. конъюнктура мирового рынка вольфрама была неблагоприятной. Перепроизводство вольфрамового сырья (рис. 10.6), наблюдавшееся на рынке с 2011 г. и обусловленное, прежде всего, ростом его добычи в Китае, привело к снижению цен, которое в 2015–2016 гг. приобрело обвальный характер. В результате мировые цены на вольфрамовую продукцию в 2016 г. оказались более чем вдвое ниже пиковых значений (рис. 10.7). Тем не менее, именно в этот период в мире появилось несколько новых крупных продуцентов вольфрама — в конце 2013 г. был запущен рудник на месторождении Нуйфао во Вьетнаме, в 2015 г. — Хемердон в Великобритании, в конце 2016 г. — Ла-Паррилья в Испании. Отличительной чертой всех этих предприятий была высокая экономическая эффективность: себестоимость выпускаемой ими продукции оказалась не только существенно меньше, чем у китайских

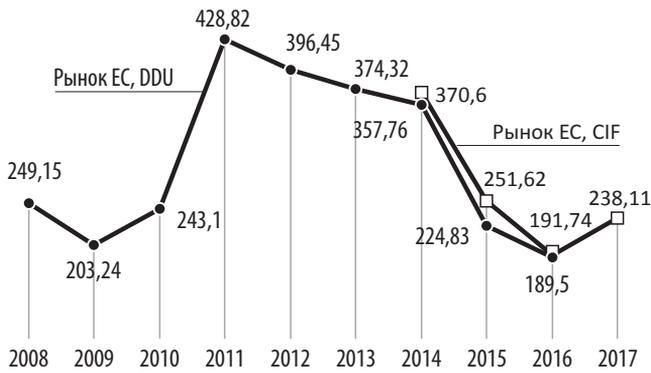


Рис. 10.7 Динамика среднегодовых цен на паравольфрамат аммония на рынке Евросоюза в 2008–2017 гг. долл. за 1% сод-я WO_3

конкурентов, но и ниже минимальных цен на вольфрамовую продукцию. Это еще более усугубило ситуацию на мировом рынке — настолько, что ряд проектов, в том числе находившихся на завершающих стадиях реализации, был законсервирован. В их числе — проекты освоения Скрытого месторождения в России и Табуако в Португалии.

Остальные проекты, достигшие feasibility study, продолжают развиваться. Если сроки их реализации будут выдержаны, многие могли быть завершены в 2018–2020 гг., и это обусловило бы высокие темпы роста добычи вольфрама в указанный период. В результате к 2021 г. на включенных в рассмотрение объектах она может превысить уровень 2015 г. примерно на 45%.

Количество вольфрамовых объектов, находящихся на более ранних стадиях развития (prefeasibility study, preliminary economic assessment или scoring study), невелико — мы располагаем сведениями о девяти таких проектах за пределами Китая. В условиях падения цен вероятность их своевременной реализации сравнительно низка, а риски «заморозки», напротив, высоки. Действительно, в 2015 г. было законсервировано несколько проектов, в том числе три крупнейших — Нортерн-Дансер с проектной производительностью рудника 7,4 тыс. т триоксида вольфрама в год и Мактанг (6,4 тыс. т триоксида вольфрама в год) в Канаде, а также Виктории в США (5,5 тыс. т триоксида вольфрама в год); все они находились на стадии preliminary economic assessment. На объектах, освоение которых продолжается, запроектированы в основном мелкие или средние предприятия, производительностью не более 3 тыс. т триоксида вольфрама в год. Завершение большей их части возможно в 2020–2024 гг., но даже если все они будут своевременно завершены, принципиального влияния на отрасль это не окажет — в сово-

купности они смогут дать дополнительно лишь порядка 6,6 тыс. т триоксида вольфрама в год, что составит около 6% ожидаемой на рассматриваемых объектах добычи.

Таким образом, подготавливаемые к промышленной разработке месторождения с известным сроком ввода в эксплуатацию, находящиеся за пределами Китая, обеспечат не только компенсацию выбывающих объектов, но и значительный прирост горного производства вольфрама. Максимальный уровень добычи и производства металла на новых горных предприятиях ожидается в 2024–2026 гг., когда он может достичь около 30% мировой добычи уровня 2015 г. (с учетом Китая). При этом на некоторых из них уже с 2025 г. может начаться исчерпание ресурсов, однако существенного влияния на общую ситуацию это не окажет.

Сопоставление ожидаемого нами уровня горного производства в мире в целом и прогнозируемого мирового потребления природного вольфрамового сырья (при условии его среднегодового увеличения на 3%) показывает, что вплоть до 2030 г. будет сохраняться перепроизводство этой продукции, оказывая давление на мировые цены (рис. 10.6). Это, скорее всего, приведет к заморозке некоторых проектов и/или вытеснению с рынка морально и технически устаревших и низкоэффективных традиционных производств, в результате чего соотношение спроса и предложения вольфрама может стать более сбалансированным.

Несмотря на сохраняющийся избыток вольфрама, со второй половины 2017 г. ситуация на рынке стала меняться. Причиной этого оказалось повышение цен на вольфрамовое сырье внутри Китая, обусловленное возросшей себестоимостью китайских концентратов и ростом спроса на него со стороны китайских же перерабатывающих предприятий, вызванным активизацией потребителей в странах Запада и, соответственно, расширением экспорта вольфрамовой продукции из Китая. По данным таможенной статистики, его объемы в 2017 г. превзошли показатель предыдущего года на треть. В результате в середине 2018 г. цены на вольфрам на мировом рынке вернулись к уровню осени 2014 г., достигнув почти 350 долл. за 1% содержания WO_3 в паравольфрамате аммония, против менее чем 300 долл. за период с июля 2017 г. по июнь 2018 г. При этом риски коррекции цен в сторону их нового понижения оцениваются нами как высокие.

Изменение ценового фона, если оно, несмотря на перенасыщенность рынка, окажется длительным, может послужить поддержкой проектов освоения не китайских месторождений вольфрама, предпринятых для замещения его импорта из Китая. В первую очередь, это касается объектов, ввод которых в эксплуатацию был намечен на 2018–2019 гг. Благоприятная конъюнктура

может также содействовать возобновлению работ на законсервированных проектах и появлению новых. В связи с этим могут повыситься и шансы ввода в эксплуатацию российских объектов.

В настоящее время в России перспективы ввода в эксплуатацию имеют три крупных вольфрамовых месторождения. Это скарновые Скрытое в Приморском крае и Тырныузское в Кабардино-Балкарской Республике, а также штокверковое Кти-Тебердинское в Карачаево-Черкесской Республике. Все они содержат шеелитовые руды, при этом в рудах Скрытого и Кти-Тебердинского месторождений промышленным компонентом является только вольфрам, а руды Тырныузского месторождения — комплексные, с попутными молибденом, медью, висмутом, золотом и серебром.

Согласно экономическому обоснованию постоянных разведочных кондиций для подсчета запасов месторождения Скрытое, составленному в 2012 г., минимальная стоимость триоксида вольфрама, при которой предприятие будет рентабельным составляет 350 долл. за 1% содержания в паравольфрамате аммония. Иначе говоря, уровень цен по состоянию на середину 2018 г. не гарантирует рентабельного производства на Скрытом месторождении. Для реализации этого проекта необходим хотя бы небольшой, но устойчивый рост цен на вольфрамовую продукцию. И даже в этих условиях завершение его маловероятно ранее середины 2020-х годов.

Проект освоения Тырныузского месторождения пока не подготовлен, но, согласно ТЭО постоянных разведочных кондиций, составленному в 2016 г. в ходе переоценки запасов, его разработка рентабельна уже при цене триоксида вольфрама в 273,3 долл. Заметную роль в расчетных финансовых показателях предприятия играют попутные продукты (молибден, медь, золото, серебро и сульфат аммония), на долю которых приходится чуть менее 6% ожидаемой совокупной стоимости товарной продукции. При этом проект характеризуется сравнительно низкой устойчивостью и становится нерентабельным при уменьшении цены на триоксид вольфрама всего на 5%, или увеличении капитальных или эксплуатационных затрат на 7%. Согласно условиям лицензионного соглашения, ввод объекта в эксплуатацию должен состояться не позднее 2026 г.

Штокверковое Кти-Тебердинское месторождение по качеству руд сопоставимо со Скрытым, но его разработка предполагает подземный (штольневой) способ. Освоение объекта находится на самой ранней стадии, но очевидно, что текущий уровень цен едва ли будет достаточным для того, чтобы обеспечить рентабельность проекта.

Таким образом, начало добычи вольфрама на осваиваемых российских объектах, характеризующихся хотя бы минимальной рентабельностью, ожидается не ранее середины 2020-х гг. Согласно нашему прогнозу, в этот

период на мировом рынке возможен существенный избыток вольфрамовой продукции, что, очевидно, будет оказывать давление на цены и может снизить показатели экономической эффективности отечественных проектов и сделать их завершение невозможным.

Следует, однако, учесть, что в наших построениях не учитывается влияние Китая в этой сфере, которое крайне трудно прогнозировать. При этом, как показывает практика последних лет, изменение государственной политики этой страны может принципиально изменить конъюнктуру рынка вольфрама и перспективы освоения вольфрамовых месторождений в мире и в России.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гетманская Т. И. Вольфрамовые руды России: состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы. / В. М. Бороданов [и др.] ФГУП ВИМС, МПР РФ. М., 2008. 92 с. (Минеральное сырье: Серия геолого-экономическая; Вып. 24)
2. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям вольфрамовых руд; ГКЗ СССР. 1982
3. Старостин В. И. Геология полезных ископаемых: учебник // П. А. Игнатов, В. И. Старостин: М.: Изд-во МГУ. 1997
4. Чернов, Б. С. Минеральное сырье. Вольфрам: Справочник. С. В. Белов [и др.]: ЗАО «Геоинформмарк». 1998
5. Antaike. News. A Guangxi mineral project proved its tungsten/tin reserve ranking higher than most of monomer mines in China. 23.11.2012
6. Australian Government, Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources 2011. 2012
7. Australian Government, Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources 2012. 2013
8. Australian Government, Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources 2013. 2014
9. Australian Government, Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources 2014. 2014
10. Australian Government, Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources 2015. 12.04.2016
11. Austrian Federal Ministry of Science, Research and Economy. World Mining Data 2015. 2015
12. Austrian Federal Ministry of Science, Research and Economy. World Mining Data 2016. Volume 31. Minerals Production. 2016
13. BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe). Rohstoffrisikobewertung — Wolfram. 2013, October
14. British Geological Survey. Mineral Profile. Tungsten. 2011, January
15. British Geological Survey. World Mineral Production 2011–2015. 2017
16. China Molybdenum Co. Annual Report 2011. 2012
17. China Molybdenum Co. Annual Report 2012. 2013
18. China Molybdenum Co. Annual Report 2014. 03.08.2015
19. China Molybdenum Co. Annual Report 2015. 16.05.2016
20. China Molybdenum Co. Annual Report 2016. 2017

21. China Molybdenum Co. Annual Results Announcement For the Year Ended 31 December 2013. 2014
22. Czech Geological Survey. Ministry of the Environment of the Czech Republic. Mineral Commodity Summaries of the Czech Republic 2015 (Statistical Data to 2014). 31.08.2015
23. DNPM (Departamento Nacional de Producao Mineral). Sumário Mineral 2012. Vol. 32. 2013
24. DNPM (Departamento Nacional de Producao Mineral). Sumario Mineral 2015. 2016
25. Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS). Geology and Ore. № 25 — February 2014. Tungsten potential in Greenland. 2014, February
26. Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources Table 1. Preliminary as at December 2015. 2016
27. Government of India. Ministry of Mines. Indian Bureau of Mines. Mining & Mineral Statistics. Statistical Profiles of Minerals 2012–2013. 2014
28. Information and Communication Technology Center. Department of Primary Industries and Mines. Mineral Statistics of Thailand 2011–2015. 2016, June
29. Masan Resources. Annual Report 2016. 13.04.2017
30. Metal-Pages. News. China tungsten concentrate output up in 2015. 28.01.2016
31. Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2015 China Mineral Resources. 2015, October
32. National Bureau of Statistics of China. China Statistical Yearbook 2016. Resources and Environment. 8–4 Ensured Reserves of Major Mineral. 2016
33. Natural Resources Canada. Statistics. Mineral Production. Annual Statistics. Preliminary Estimate of the Mineral Production of Canada, by province, 2012. 2013
34. Natural Resources Canada. Statistics. Mineral Production. Annual Statistics. Revised Statistics of the Mineral Production of Canada, by province, 2011. 2012
35. Natural Resources Canada. Statistics. Mineral Production. Annual Statistics. Revised statistics of the mineral production of Canada, by province, 2013. 2015
36. Panstwowy Instytut Geologiczny. Bilans Zasobow Zloz Kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2015 r. 2016
37. Peter Laznicka Giant Metallic Deposits: Future Sources of Industrial Metals. Peter Laznicka; Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2006
38. Porter GeoConsultancy. Database. Deposit Description. Felbertal, Mittersill, Austria. 2012
39. The Mining Association of Canada. Fact and Figures of The Canadian Mining Industry 2015. 28.03.2016
40. Time- and Strata-Bound Ore Deposits: Springer Science & Business Media. 2012
41. USGS. 2011 Minerals Yearbook. Tungsten (advance release). 2013, April
42. USGS. 2012 Minerals Yearbook. Tungsten (advance release). 2015, January
43. USGS. 2013 Minerals Yearbook. Vietnam (advance release). 2016, April
44. USGS. 2014 Minerals Yearbook. China (advance release). 2017, May
45. USGS. Mineral Commodity Summaries 2015. 2015, January
46. World Metal Statistics Yearbook 2015. 2015
47. World Metal Statistics Yearbook 2016. 2016



МОЛИБДЕН

Анализ добычных возможностей эксплуатируемых и осваиваемых молибденовых и молибденосодержащих месторождений выполнялся на основе данных о более чем 300 объектах. Массив данных, использованных для анализа, включал все основные месторождения с ресурсами молибдена мира, в том числе эксплуатируемые и значимые проектируемые добывающие предприятия зарубежных стран; для России учтены все объекты, числящиеся на Государственном балансе запасов полезных ископаемых Российской Федерации.

Полнота анализировавшихся данных оценивалась по их доле в мировых показателях. По данным *World Bureau of Metal Statistics (WBMS)*, мировое производство молибдена в концентрате в 2015 г. составило около 287 тыс. т [22]. Однако данные по Китаю (126,7 тыс. т), приводимые *WBMS*, вызывают сомнение — другие источники (*IMOA* [11], *Antaike* [3], *USGS* [21])

оценивают производство молибдена в концентрате в этой стране в 2015 г. в 82–85 тыс. т, что представляется более корректным. Данные о выпуске молибдена в концентрате в России также не совпадают с полученными из официальных источников. С учетом этого, производство металла в концентрате в 2015 г. в мире оценивается примерно в 237 тыс. т, что предполагает добычу молибдена из недр на уровне 310–320 тыс. т. Однако в связи с тем, что на ряде комплексных молибденсодержащих месторождений молибден из добываемых руд не извлекается, эта цифра будет заметно выше. Главным образом, это касается Чили, где уровень добычи металла из недр вдвое превышает уровень его производства в концентратах. С учетом всех корректировок мировой объем добычи молибдена в 2015 г. оценивается в 360–370 тыс. т.

Суммарная добыча молибдена на объектах, вошедших в анализируемую выборку, составила 290,7 тыс. т, что соответствует примерно 80% мирового показателя. Основной причиной неполноты данных стало отсутствие достоверной информации о значительной части месторождений Китая. Мы располагаем данными о производстве лишь двух рудников — на месторождении Сандаочжуан (Sandaozhuang), который в 2015 г. стал самым крупным по производительности не только в Китае, но и во всем мире, и Цзяма (Jiama); суммарно эти предприятия обеспечили около 20% добычи металла страны [6]. Оценка добычи молибдена в Китае сделана на основании этих данных, а для анализа добычных возможностей страны использованы официальные статистические данные о ресурсах страны в целом [16].

Главным источником молибдена в мире являются месторождения порфирового семейства, обеспечивающие в совокупности немногим менее 90% мировой добычи. Это прежде всего, молибден-медно-порфировые объекты, из недр которых извлекается более 70% металла; они заключают не менее половины мировых ресурсов молибдена. Молибден-порфировые месторождения (в России они называются собственно молибденовыми штокверковыми), вмещают почти 30% ресурсов металла, но добыча молибдена на них не превышает 10% мировой. На долю медно-порфировых месторождений приходится около 10% ресурсов, добыто на них в 2015 г. было около 8% суммарного количества молибдена.

Еще около 10% металла добывается в мире на скарновых объектах, заключающих около 5% его ресурсов.

Роль месторождений остальных геолого-промышленных типов — как собственно молибденовых (жильных и грейзеновых), так и комплексных вольфрамовых (жильных и штокверковых) и урановых с попутным молибденом в структуре мировой добычи металла незначительна.

В качестве ведущего компонента молибден выступает только в рудах месторождений молибден-порфиrowого, жильного и грейзенового типов, во всех остальных случаях он присутствует в качестве попутного компонента.

Месторождения *молибден-медно-порфиrowого и молибден-порфиrowого* типов сходны между собой по геологическому строению и обладают всеми свойствами медно-порфиrowых месторождений, подробно описанных в разделе «Медь». Главным рудным минералом молибден-порфиrowых месторождений является молибденит, ассоциирующий с пиритом. Руды молибден-медно-порфиrowых месторождений характеризуются большим разнообразием: в них развиты халькопирит, борнит, блеклые руды, галенит, сфалерит. Главные жильные минералы — кварц и серицит [1]. Среднее содержание молибдена в рудах медно-порфиrowых месторождений варьирует от 0,005 до 0,01%, молибден-медно-порфиrowых — от 0,01 до 0,05%, молибден-порфиrowых — от 0,04 до 0,2%. В рудах в промышленных количествах содержится также золото, серебро, рений, селен, теллур, висмут.

Крупнейшие по количеству выявленных ресурсов молибдена месторождения относятся к молибден-медно-порфиrowому типу, они наиболее распространены в Чили. Это такие гиганты, как Андина (Andina), Эль-Теньенте (El Teniente), Кольяуаси (Collahuasi), Чукикамата (Chuquicamata), Лос-Пеламбрес (Los Pelambres), Кебрада-Бланка (Quebrada Blanca). Гигантские по масштабу объекты разведаны и в других странах — Токепала (Toquepala) в Перу, Пebbл (Pebble), Резольюшен (Resolution) и Сьеррита (Sierrita) в США, Ла-Каридад (La Caridad) в Мексике, Каджаран в Армении.

Среди объектов молибден-порфиrowого типа гигантских месторождений не так много: Клаймакс (Climax), Маунт-Хоп (Mount Hope) и проект CuMo в США, Бугдаинское в России, а также ряд китайских — Шанфангоу (Shangfanggou), Дахэйшань (Daheishan), Жуян (Ruyang); остальные большей частью относятся к крупным и средним по масштабу.

Среди медно-порфиrowых месторождений наибольшими ресурсами молибдена обладают уникальные и крупные Серро-Колорадо (Cerro Colorado) и Кобре-Панама (Cobre Panama) в Панаме, Сентинела (Sentinela), Эль-Сальвадор (El Salvador) и Телеграфо (Telegrafo) в Чили, Ую-Толгой (Oyu Tolgoi) в Монголии, причем на последнем молибден извлекать из добываемых руд не планируется.

Скарновые месторождения молибдена образуются в зонах экзоконтактов гранитоидных массивов с вмещающими карбонатными и алюмосиликатными породами. Состав руд молибденовых месторождений может быть различным в зависимости от состава и особенностей формирования рудоносных плутонов. Так, наиболее распространенные скарновые месторождения

вольфрам-молибденовых руд связаны с калиевыми лейкократовыми гранитами, медно-молибденовых — с плутонами смешанного состава, а собственно молибденовых руд — с амфибол-биотитовыми гранитами и гранодиоритами. Скарновые залежи образуются в зонах непосредственного контакта гранитов с вмещающими породами или приурочены к мощным зонам дробления в последних. Размеры и мощность рудных тел варьируют в широких пределах — от нескольких десятков до сотен метров и даже километров по простиранию, и от десятков сантиметров до десятков метров по мощности. Морфология скарновых рудных тел также разнообразна, часто встречаются залежи сложной морфологии. Главные рудные минералы представлены вкрапленностью и гнездами молибденита, шеелита, молибдошеелита, халькопирита, пирита и магнетита, встречаются галенит, сфалерит, блеклые руды, иногда — самородные золото, серебро и висмут. Среднее содержание молибдена — 0,02–0,2%. Руды также содержат вольфрам, медь, которые могут выступать как главные промышленные компоненты, а также висмут, селен, теллур, золото и серебро. Руды, как правило, легкообогатимы. Уникальные и крупные по масштабу скарновые объекты встречаются нечасто, это Антамина (Antamina) и Лас-Бамбас (Las Bambas) в Перу, Саньдаочжуан, Цзяма (Jiama) в Китае, Молихил (Molyhil) и Тренч (Trench) в Австралии, Анкаванское в Армении и Тырнаузское в России.

В рудах *грейзеновых* месторождений, приуроченных к апикальным частям гранитоидных массивов, молибден ассоциирует с вольфрамом и оловом, а также висмутом и редкими металлами. Рудные тела пласто- и линзообразной формы имеют небольшие размеры — от нескольких десятков сантиметров до первых метров. По количеству выявленных ресурсов молибдена грейзеновые месторождения являются мелкими и средними. Примеров собственно-молибденовых месторождений грейзенового типа немного: в Казахстане осваивается среднемасштабное Дрожиловское месторождение со средним содержанием Мо 0,1%; в России разведано мелкое Калгутинское месторождение (0,352%); продолжаются геологоразведочные работы на среднем по масштабу Южно-Шамейском месторождении (0,07%).

Жильные месторождения молибдена чаще всего мелкие, реже средние. Они представлены сериями кварцевых жил различной морфологии, мощностью от нескольких сантиметров до нескольких метров и протяженностью от десятков до сотен метров. Размах оруденения на глубину может достигать 600–800 м. Примером разрабатываемых месторождений жильного типа является среднее по масштабу китайское Хаочжоу (Haozhou), руды которого содержат в среднем 0,39% молибдена.

В качестве попутного компонента молибден планируется извлекать из руд *вольфрам-порфиновых* месторождений Сиссон (Sisson) и Маунт-Плезант (Mount Pleasant) в Канаде, подробно описанных в разделе «Вольфрам». В небольших количествах молибден добывается на отечественных урановых месторождениях (Стрельцовском, Мало-Тулукуевском), но из руд он не извлекается.

Прогноз добычи молибдена на месторождениях ведущих геолого-промышленных типов до 2030 г.

Роль месторождений порфирового семейства в обеспечении мировой добычи молибдена росла в течение нескольких последних десятилетий и к настоящему времени стала резко преобладающей по сравнению с другими геолого-промышленными типами (рис. 11.1). В пятнадцатилетней перспективе ожидается сохранение этой тенденции. Если на текущий момент на их долю приходится почти 90% добываемого металла, то к 2030 г. доля порфириновых объектов может превысить этот рубеж. Это произойдет в случае своевременного завершения множества проектов освоения новых порфириновых месторождений с ресурсами молибдена, в том числе гигантских по масштабу, в разных странах мира.

Основную роль в этом сыграют молибден-медно-порфириновые объекты, добыча металла на которых может вырасти более чем в полтора раза уже к 2022 г. Это произойдет в случае ввода в эксплуатацию ряда осваиваемых месторождений этого геолого-промышленного типа, крупнейшими из которых являются Резольюшен в США, Касино (Casino) в Канаде, а также Вискачитас (Vizcachitas), Кебрада-Бланка, Эль-Пачон (El Pachon) и Кельявеко (Quellavaco) в Латинской Америке. А при условии своевременного запуска рудников на месторождениях Релинчо (Relincho) в Чили и Пиббл в США добыча молибдена на объектах этого типа в 2025–2028 гг. может достичь пика, увеличившись по сравнению с уровнем 2015 г. почти на 70%.

Количество добываемого металла на молибден-порфириновых месторождениях к началу следующего десятилетия может увеличиться почти втрое, если будут реализованы проекты Маунт-Хоп и Либерти (Liberty) в США, Китсот (Kitsault) в Канаде, Мерлин (Merlin) в Австралии, а также проект освоения Бугдаинского месторождения в России.

Более чем удвоится добыча молибдена на объектах медно-порфирирового типа, если в запланированные сроки начнется добыча на перуанском месторождении Акира (Aquirá), аргентинском Агуа-Рика (Aguá Rica) и отечественном Песчанка.

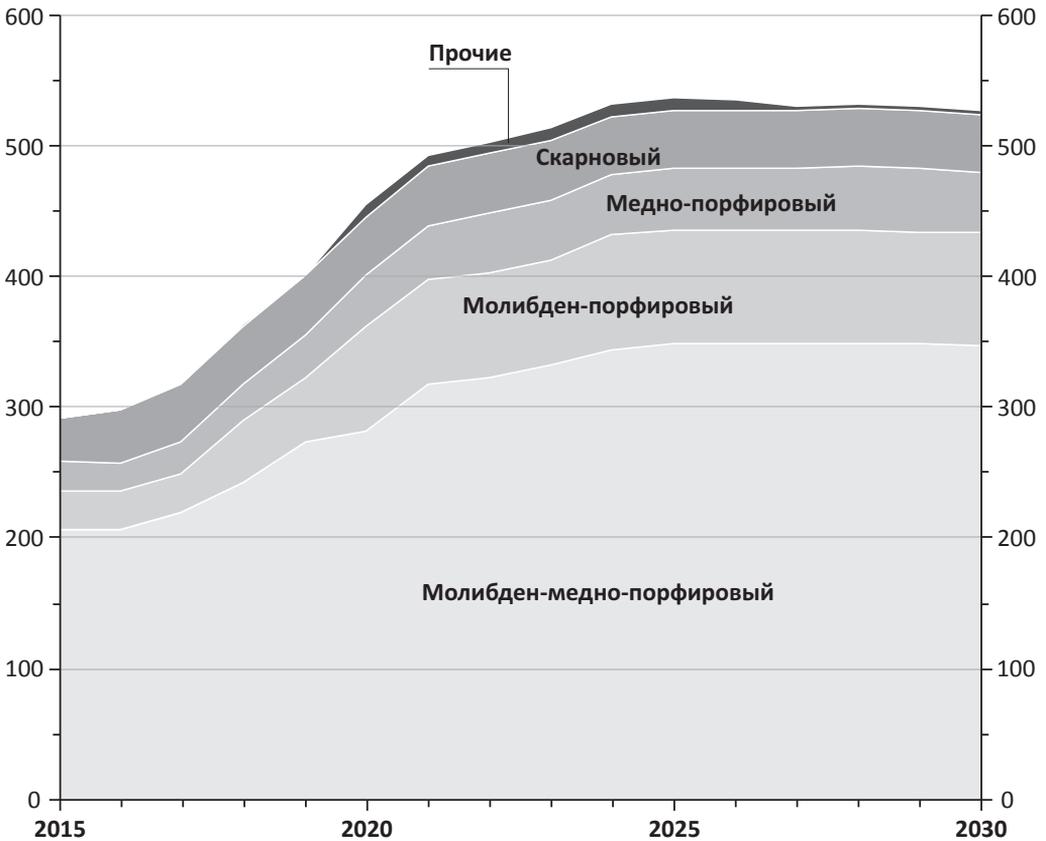


Рис. 11.1 Прогноз добычи молибдена на основе ресурсов месторождений различных геолого-промышленных типов в мире в 2015–2030 гг. (по Китаю — только достоверные данные), тыс. т

Благодаря выходу на полную производственную мощность рудника на перуанском скарновом месторождении Лас-Бамбас, введенному в эксплуатацию в начале 2016 г., а также планируемому на 2021 г. расширению мощности рудника Андина, добыча молибдена на скарновых объектах может вырасти более чем на треть.

Что касается месторождений второстепенных ГПТ, определенные перспективы связаны с освоением Дрожиловского месторождения грейзенового типа в Казахстане; однако его ресурсов хватит лишь на семь лет с учетом планируемого объема добычи 5 млн т руды в год. Кроме того, в 2020 г. ожидается ввод в эксплуатацию двух вольфрамовых месторождений с попутным молибденом: Сиссон и Маунт-Плезант в Канаде; в сумме они обеспечат около 3,4 тыс. т металла в год.

Таким образом, согласно нашему прогнозу, основное количество молибдена в мире по-прежнему будет добываться на месторождениях порфиривого ряда, в том числе доля молибден-медно-порфириковых объектов увеличится до двух третей, молибден-порфириковых — превысит 16%, медно-порфириковых — окажется меньше 9%. Иначе говоря, более 90% металла будет извлекаться на порфириковых объектах. Доля скарновых месторождений в общем объеме добычи, напротив, может снизиться до 8%, несмотря на прогнозируемый рост. Доля месторождений второстепенных геолого-промышленных типов по-прежнему не превысит 1%.

Прогноз добычи молибдена на важнейших месторождениях мира до 2030 г.

Почти 60% добытого в 2015 г. металла обеспечили 13 объектов с годовым объемом добычи более 10 тыс. т. Самым продуктивным является китайское скарновое месторождение Саньдаочжуан, где было добыто 18,2 тыс. т Мо. Остальные ведущие объекты в подавляющем большинстве находятся на американском континенте, в основном в Латинской Америке; вторую и третью позицию занимают чилийские молибден-медно-порфириковые гиганты Чукикамата и Кольяуаси (16,4 и 15 тыс. т соответственно) (рис. 11.2). То же можно сказать и о десяти месторождениях, рудники на которых имеют годовую мощность по добыче молибдена от 5 до 10 тыс. т. На трех из них — чилийских Андина и Сьерра-Горда (Sierra Gorda), а также перуанском Торомочо (Togomochu), относящихся к молибден-медно-порфириковому типу, в 2017–2021 гг. ожидается увеличение объемов добычи, после чего они войдут в число ведущих продуцентов молибдена. Сырьевая база всех этих объектов достаточна, чтобы вести добычу, в том числе с учетом расширения добывающих мощностей, как минимум до 2030 г.

Три осваиваемых в настоящее время месторождения: Резольюшен и Маунт-Хоп в США и Агуа-Рика в Аргентине, в случае их своевременного ввода в строй, могут составить конкуренцию объектам-лидерам, так как после выхода на полную мощность добыча молибдена на них может достичь 15,3 тыс. т, 15 тыс. т и 13,9 тыс. т соответственно. В мире существует 21 проект новых добывающих предприятий годовой мощностью по добыче молибдена более 5 тыс. т, и к 2030 г. они могут обеспечить дополнительно почти 187 тыс. т металла (табл. 1.1). Большая часть осваиваемых месторождений относится к молибден-медно-порфириковому типу, где молибден является попутным компонентом. При этом сроки реализации наиболее крупных из них — Ре-

Добычные возможности недр

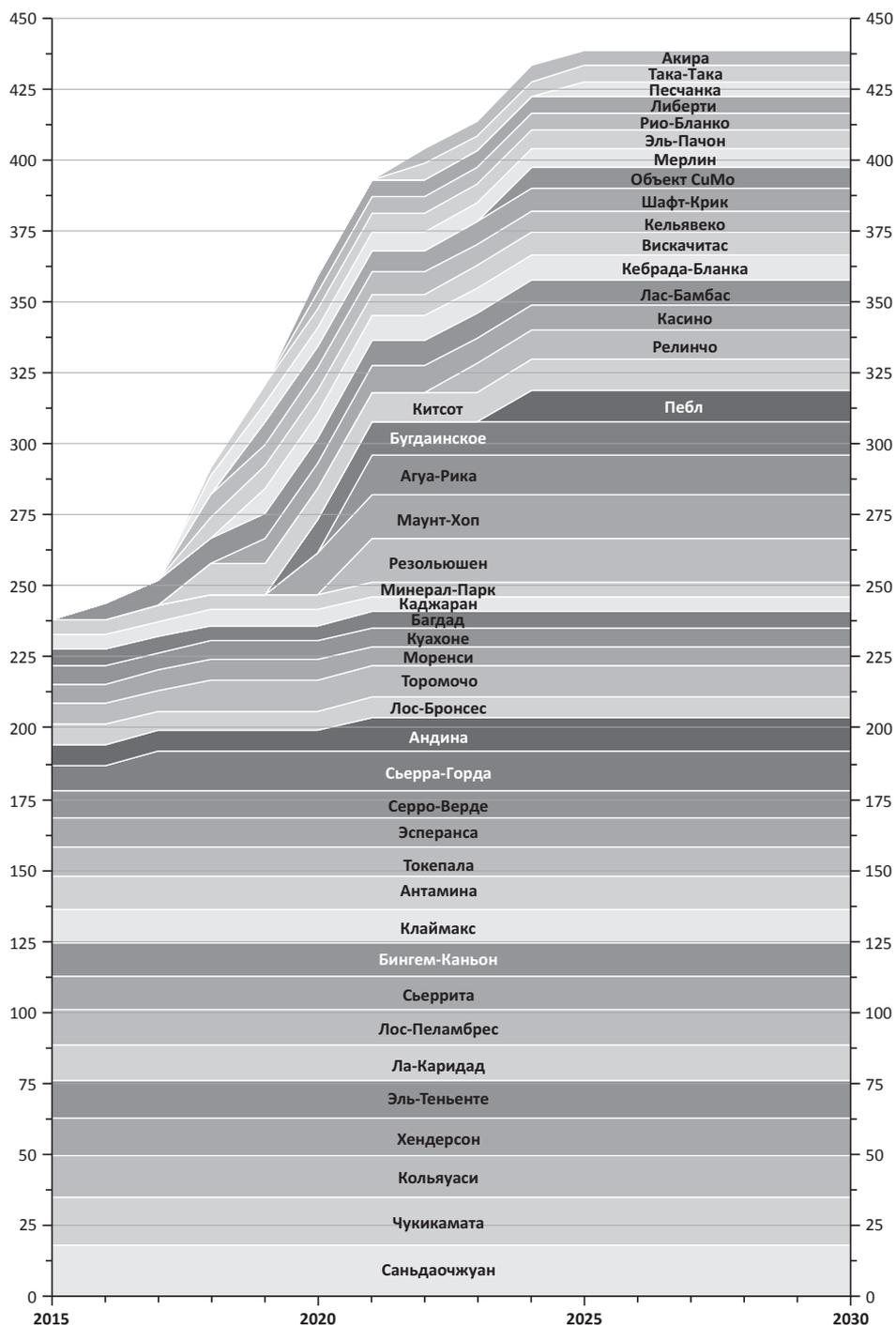


Рис. 11.2 Прогноз добычи молибдена на основе ресурсов важнейших месторождений мира в 2015–2030 гг., тыс. т

зольюшен, Пebbл, Эль-Пачон и др. — постоянно сдвигаются не только из-за слабого рынка меди, но и по ряду других причин, в том числе экологических и социально-политических.

Из-за крайне низкого уровня цен на молибден еще большим рискам подвержены проекты освоения собственно молибденовых месторождений. Отложено до 2020 г. завершение проектов Маунт-Хоп и Либерти в США [7]. При благоприятных условиях тогда же может быть введено в эксплуатацию Бугдаинское месторождение в Забайкальском крае, лицензия на пользование недрами которого была приостановлена в конце 2014 г. на три года по инициативе недропользователя [2]. Развитие ряда проектов приостановлено на неопределенный срок, в том числе отечественных Агаскырского, Жарчихинского и Орехитканского, а также австралийского Юникорн (Unicorn).

Среди осваиваемых молибденовых и молибденсодержащих месторождений других геолого-промышленных типов в число значимых вошло только скарновое месторождение Лас-Бамбас в Перу, в рудах которого Мо является попутным компонентом. В начале 2016 г. месторождение было вовлечено в эксплуатацию, а уже в середине года предприятие вышло на полную производственную мощность [14].

Таблица 11.1 Крупнейшие проекты освоения месторождений молибдена в мире

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче молибдена, тыс.т	Другие полезные компоненты
Молибден-медно-порфировые					
Резольюшен	США	PFS	2021	15,3	Cu, Mo
Пebbл	США	PFS	2024	11,6	Cu, Au, Mo, Ag, Pd, Re
Релинчо	Чили	PFS	2023	9,9	Cu, Mo
Касино	Канада	FS	2019	9,1	Au, Ag, Cu
Кебрада-Бланка	Чили	FS	2019	8,8	Cu, Mo
Вискачитас	Чили	SS	2018	7,9	Cu, Mo
Кельявеко	Перу	FS	2018	7,7	Cu, Mo, Ag

Добычные возможности недр

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче молибдена, тыс.т	Другие полезные компоненты
Шафт-Крик	Канада	FS	2019	7,6	Cu, Au, Mo, Ag
Эль-Пачон	Аргентина	FS	2018	6,6	Cu, Au, Mo, Ag
Рио-Бланко	Перу	FS	2020	6	Cu, Mo
Медно-порфиновые					
Агуа-Рика	Аргентина	SS	2021	13,9	Cu, Au, Mo, Ag
Песчанка	Россия	FS	конец 2024	5,4	Cu, Au, Mo, Ag
Акира	Перу	SS	2022	5,3	Cu, Au, Mo, Ag
Молибден-порфиновые					
Маунт-Хоп	США	FS	2020	15	Mo
Китсот	Канада	FS	2018	10,8	Mo, Ag
Проект CuMo	США	SS	2024	7,6	Mo, Cu, Ag, Re
Мерлин	Австралия	FS	2018	6,6	Mo, Cu, Re
Либерти	США	PFS	2020	5,8	Mo, Cu
Бугдаинское**	Россия	FS	2020	11,6	Mo
Агаскырское**	Россия		Законсервирован	5,4	Mo, Cu, Ag
Au-медно-порфиновые					
Така-Така	Аргентина	SS	2022	5,4	Cu, Au, Mo
Скарновые					
Лас-Бамбас	Перу	разработка	янв.2016	8,9	Cu, Au, Mo, Ag

* — SS — scoping study, PFS — prefeasibility study, FS — feasibility study

** — в России именуется «штокверковый»

Прогноз добычи молибдена основных стран-производителей до 2030 г.

Запасами и ресурсами молибдена располагают 36 стран мира (табл. 11.2). На сегодняшний день запасы (reserves) металла, по нашим данным, составляют почти 25 млн т, а их суммарные ресурсы (resources) достигают 75 млн т.

Таблица 11.2 Ресурсы и запасы молибдена в мире, тыс. т

	Категория	Значение
Россия*	Запасы категорий A+B+C ₁	1416,97
	Запасы категории C ₂	726,4
	Запасы забалансовые	810,2
Австралия	Proved + Probable Reserves	3,6
	Measured + Indicated Resources	190
	Inferred Resources	609
Аргентина	Proved + Probable Reserves	280 ^r
	Resources	1090 ^r
Армения	Запасы категорий A+B+C ₁	856,8
	Запасы категории C ₂	24,3
Болгария	Proved + Probable Reserves	8,5 ^r
Венгрия	Measured + Indicated + Inferred Resources	15,9 ^r
Гаити	Inferred Resources	4,4 ^r
Дания (Гренландия)	Measured + Indicated + Inferred Resources	269 ^r
Индия	Measured + Indicated + Inferred Resources	12,7
Индонезия	Inferred Resources	170 ^r
Иран	Reserves	150 ^r
	Resources	480 ^r
Казахстан	Proved + Probable Reserves	481 ^r
	Resources	1082 ^r

Добычные возможности недр

	Категория	Значение
Канада	Proved + Probable Reserves	1056^r
	Measured +Indicated + Inferred Resources	3764 ^r
Киргизия	Reserves	2,4
	Resources	106
Китай	Ensured Reserves	8325
	Resources	26280
Колумбия	Resources	264 ^r
Корея Южная	Probable Reserves	3,2^r
	Indicated + Inferred Resources	25,6 ^r
Куба	Resources	11,3 ^r
Македония	Indicated + Inferred Resources	13,8 ^r
Мексика	Proved + Probable Reserves	1648^r
	Resources	2204 ^r
Монголия	Reserves	392^r
	Resources	1786 ^r
Норвегия	Inferred Resources	189 ^r
Панама	Proved + Probable Reserves	183^r
	Resources	959 ^r
П.-Нов.Гвинея	Probable Reserves	8,6^r
	Measured +Indicated + Inferred Resources	185 ^r
Перу	Proved + Probable Reserves	2670^r
	Measured +Indicated + Inferred Resources	4705 ^r
Польша	Inferred Resources	448
Сербия	Indicated + Inferred Resources	115,6 ^r
Словакия	Probable Reserves	1,2^r
	Indicated + Inferred Resources	79 ^r

	Категория	Значение
США	Reserves	2700
	Resources	9176 ^г
Турция	Inferred Resources	21,3 ^г
Узбекистан	Reserves	98,4^г
Филиппины	Proved + Probable Reserves	8,3^г
	Measured +Indicated + Inferred Resources	204 ^г
Финляндия	Resources	8,5 ^г
Чили	Proved + Probable Reserves	3557^г
	Measured +Indicated + Inferred Resources	14596 ^г
Швеция	Proved + Probable Reserves	31,2^г
	Measured +Indicated + Inferred Resources	1237 ^г
Эквадор	Inferred Resources	513 ^г

По данным: [4; 8; 15; 16; 17; 18; 21]

* — по данным официальных источников

^г — оценка по известным месторождениям

Основную часть добычи молибдена (86% в 2015 г.) обеспечили четыре страны: Чили, Китай, США и Перу (рис. 11.3).

В Чили в 2015 г. добыто 100,5 тыс. т молибдена. Металл добывается попутно с медью на молибден-медно-порфировых гигантах: Чукикамата, Кольяуаси, Эль-Теньенте, Лос-Пеламбрес, Эсперанса (Esperanza) и др. К середине следующего десятилетия, после выхода на полную мощность новых рудников на месторождениях Вискачитас и Релинчо, а также запуска второй очереди на месторождении Кебрада-Бланка и увеличения мощности рудника на месторождении Андина добыча молибдена в стране может увеличиться более чем на треть.

Вторую строчку мирового рейтинга занимает Китай, данными об объемах добычи молибдена на большинстве месторождений которого мы не располагаем. На месторождениях Саньдаочжуан и Цзяма, сведения о которых доступны,

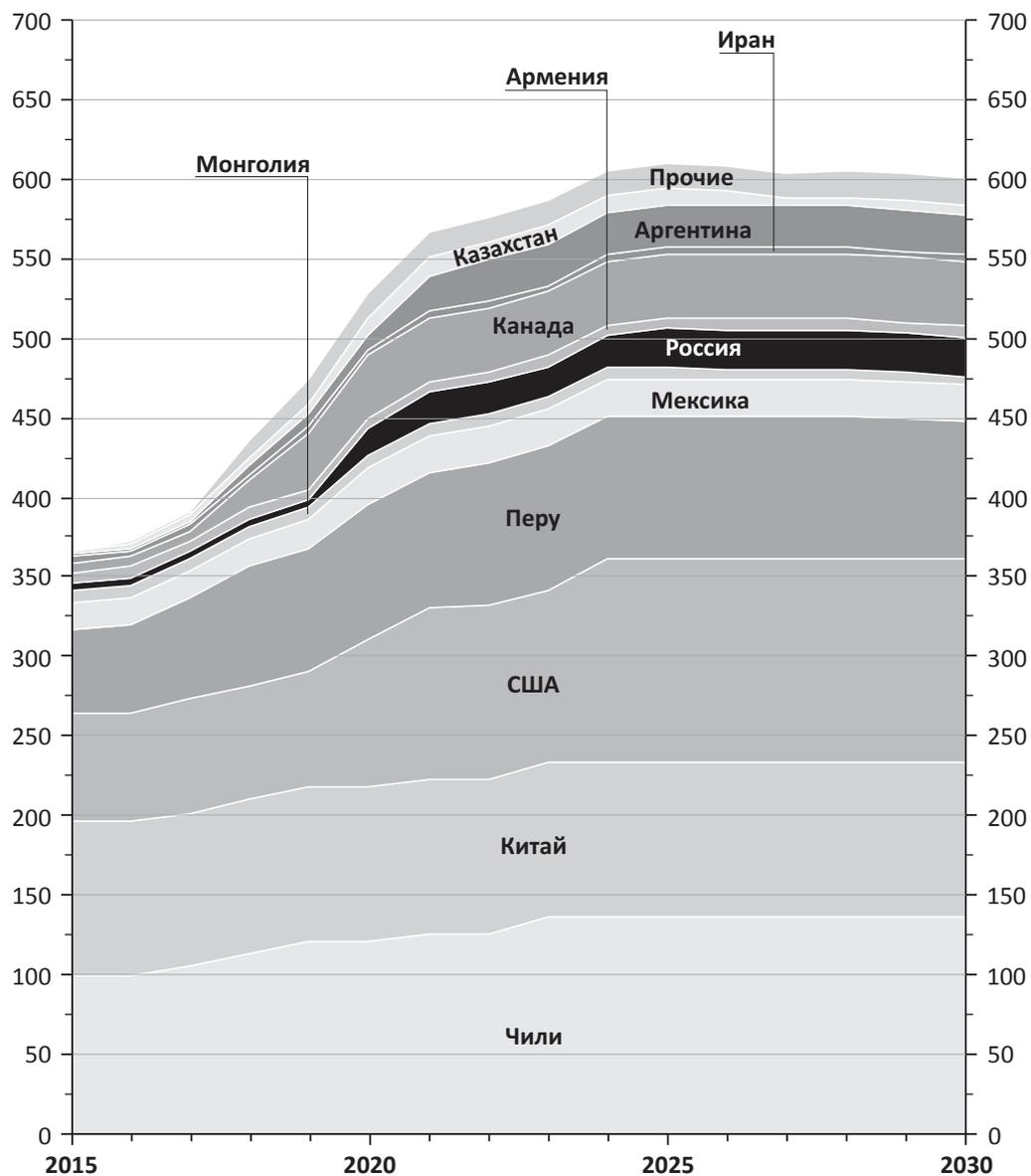


Рис. 11.3 Прогноз добычи молибдена на основе ресурсов стран-производителей в 2015–2030 гг., тыс. т (по Китаю использованы статистических данные по стране в целом)

в 2015 г. добыто 21,4 тыс. т, что составило около 20% суммарной добычи молибдена страны. Исходя из этого, а также данных *ИМОА* [11], количество добытого из недр Китая молибдена в 2015 г. оценено примерно в 97 тыс. т. Выявленные в стране ресурсы молибдена, согласно официальным данным, составляют 26,3 млн т [16], их достаточно, чтобы обеспечить бесперебойную добычу металла в стране более, чем на век, однако не исключено, что она будет вестись в больших объемах в случае ввода в эксплуатацию новых объектов.

США в 2015 г. получили почти 68 тыс. т молибдена, в основном, на четырех крупнейших месторождениях: молибден-порфировых Хендерсон (Henderson) и Клаймакс и молибден-медно-порфировых Бингем-Каньон (Bingham Canyon) и Сьеррита (попутно с медью), показатели которых сопоставимы. Увеличение объемов добычи в стране более, чем на треть, ожидаемое к 2020 г., связано с планируемым вводом в эксплуатацию месторождений Маунт-Хоп и Либерти; первоначально предполагалось, что рудники на них будут введены в строй в более ранние сроки, однако завершение проектов отложено до 2020 г. из-за неблагоприятных рыночных условий. Кроме того, в 2021 г. планируется начать разработку месторождения Резольюшен, а в 2024 г. — Пиббл; таким образом, добыча молибдена в стране уже к 2024 г. может удвоиться, и страна станет вторым после Чили мировым продуцентом молибдена.

Перу относится к значимым продуцентам молибдена, хотя по его добыче страна существенно уступает лидеру — в 2015 г. из недр извлечено 51,4 тыс. т металла. Как и в Чили, молибден добывается попутно с медью и другими металлами на молибден-медно-порфировых (Торомочо, Токепала, Серро-Верде (Cerro Verde) и др.), а также скарновых (Антамина и с 2016 г. — Лас-Бамбас) месторождениях. В период с 2017 г. по 2022 г. в стране ожидается ввод в строй рудников на нескольких месторождениях с планируемой мощностью по добыче 4,5–7,5 тыс. т молибдена ежегодно: Акира, Рио-Бланко (Rio Blanco), Кельявеко, что может обеспечить рост этого показателя на 75% относительно уровня 2015 г.

Среди других стран-продуцентов стоит отметить Канаду, где в ближайшей перспективе могут быть реализованы проекты освоения месторождений Китсот, Касино и Шафт-Крик (Schaft Creek). В этом случае добыча молибдена может вырасти почти в семь раз и страна выйдет на четвертую позицию среди ведущих продуцентов. В то же время из-за слабой конъюнктуры рынка в конце 2014 г. в Канаде был законсервирован рудник на молибден-порфировом месторождении Эндако (Endako).

Рост добычи молибдена ожидается также в России, где он в первую очередь зависит от того, будет ли вовлечено в эксплуатацию Бугдаинское молибден-порфировое месторождение. В этом случае к началу следую-

щего десятилетия отечественная добыча молибдена может увеличиться в 3,5 раза. Проекты освоения еще трех российских месторождений того же типа, Агаскырского, Жарчихинского и Орекитканского, законсервированы. В более отдаленной перспективе позитивную роль может сыграть начало разработки молибден-медно-порфиривого Ак-Сугского месторождения и медно-порфиривого Песчанка, в рудах которых молибден учитывается в качестве попутного компонента. Таким образом, к 2025 г. российская добыча молибдена может увеличиться в пять раз, до 24,6 тыс. т и сохраниться на этом уровне как минимум до 2030 г.

Объем добываемого в Аргентине металла может вырасти в 15 раз с началом разработки молибден-медно-порфириковых месторождений Агуа-Рика, Така-Така (Таса-Таса) и Эль-Пачон, запланированным на 2018–2022 гг. Сейчас в стране молибден добывается только попутно на месторождении Алумбрера (Alumbrega) и в концентрат не извлекается. Кроме того, значимые проекты освоения медно-порфириковых месторождений с попутным молибденом реализуются в Панаме (Кобре-Панама) и на Филиппинах (Тампакан (Tampakan), молибден-порфиривого — в Австралии (Мерлин).

Рассматривая объемы производства молибдена в концентрате, можно наблюдать несколько иную картину — по данному показателю мировым лидером является Китай, где в 2015 г. было произведено 82,4 тыс. т продукта, или более трети мирового показателя (табл. 11.3). С большим отрывом от него следуют Чили и США с примерно одинаковыми результатами — около 52 тыс. т. Молибден извлекается не из всех руд, добываемых на чилийских месторождениях, поэтому его добыча вдвое превышает уровень его производства в товарном продукте.

Таблица 11.3 Динамика производства молибдена в концентратах в 2011–2015 гг., тыс. т

	2011	2012	2013	2014	2015
Армения	4,82	5,45	5,93	6,02	5,32
Болгария	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Иран	3,87	3	3	3,06	3,55
Казахстан	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Канада	8,61	8,85	7,96	9,51	2,33
Китай	86,9	94	88,4	91,6	82,4
Мексика	10,88	11,37	12,56	13,62	12,28

	2011	2012	2013	2014	2015
Монголия	1,96	1,9	1,82	2	2,56
Перу	19,14	16,79	18,14	17,02	20,15
Россия	4,7	4,8	3,6	3,1	3,2
США	67,73	56,16	60,92	68,48	51,94
Чили	40,89	35,1	38,72	48,77	52,58
Япония	0,01	0,01	0,01	0	0,01
Итого	250,44	238,35	241,99	264,13	237,26

По данным: [5; 9; 11; 12; 13; 22]

Прогноз добычи молибдена горными компаниями до 2030 г.

Всего три горнодобывающие компании, извлекающие из недр более 30 тыс. т молибдена ежегодно, обеспечивают немногим менее половины (45% в 2015 г.) мировой добычи (рис. 11.4). Мировым лидером по добыче молибдена является североамериканская компания *Freeport-McMoRan Inc.*, которая в 2015 г. добыла из недр 54,6 тыс. т металла. Компания разрабатывает молибден-порфировые месторождения Хендерсон и Клаймакс в штате Колорадо, США, а также добывает молибден попутно с медью на молибден-медно-порфировых месторождениях в США — Сьеррита, Багдад (Bagdad), Чино (Chino) и Моренси (Morensi), в котором ей принадлежит 72% активов, а также Серро-Верде (53,56%) в Перу. Ресурсная база молибдена позволит компании до 2030 г. сохранять лидерские позиции, однако к 2033 г. будут исчерпаны ресурсы месторождения Хендерсон, которое в настоящее время является главным поставщиком металла компании, в 2015 г. на нем добыто 13,4 тыс. т.

Вторую строчку в мировом рейтинге крупнейших производителей молибдена занимает чилийская национальная корпорация *CODELCO*, добывающая молибден попутно с медью на молибден-медно-порфировых и медно-порфировых месторождениях в Чили. В 2015 г. компанией добыто 44,2 тыс. т молибдена, в том числе 37,1 тыс. т (почти 85%) обеспечили рудники на молибден-медно-порфировых месторождениях Чукикамата, Эль-Теньенте и Андина. Ожидается, что с 2021 г. компания *CODELCO* увеличит добычу металла до 49 тыс. т/г. в связи с планируемым удвоением мощности рудника Андина.

Добычные возможности недр

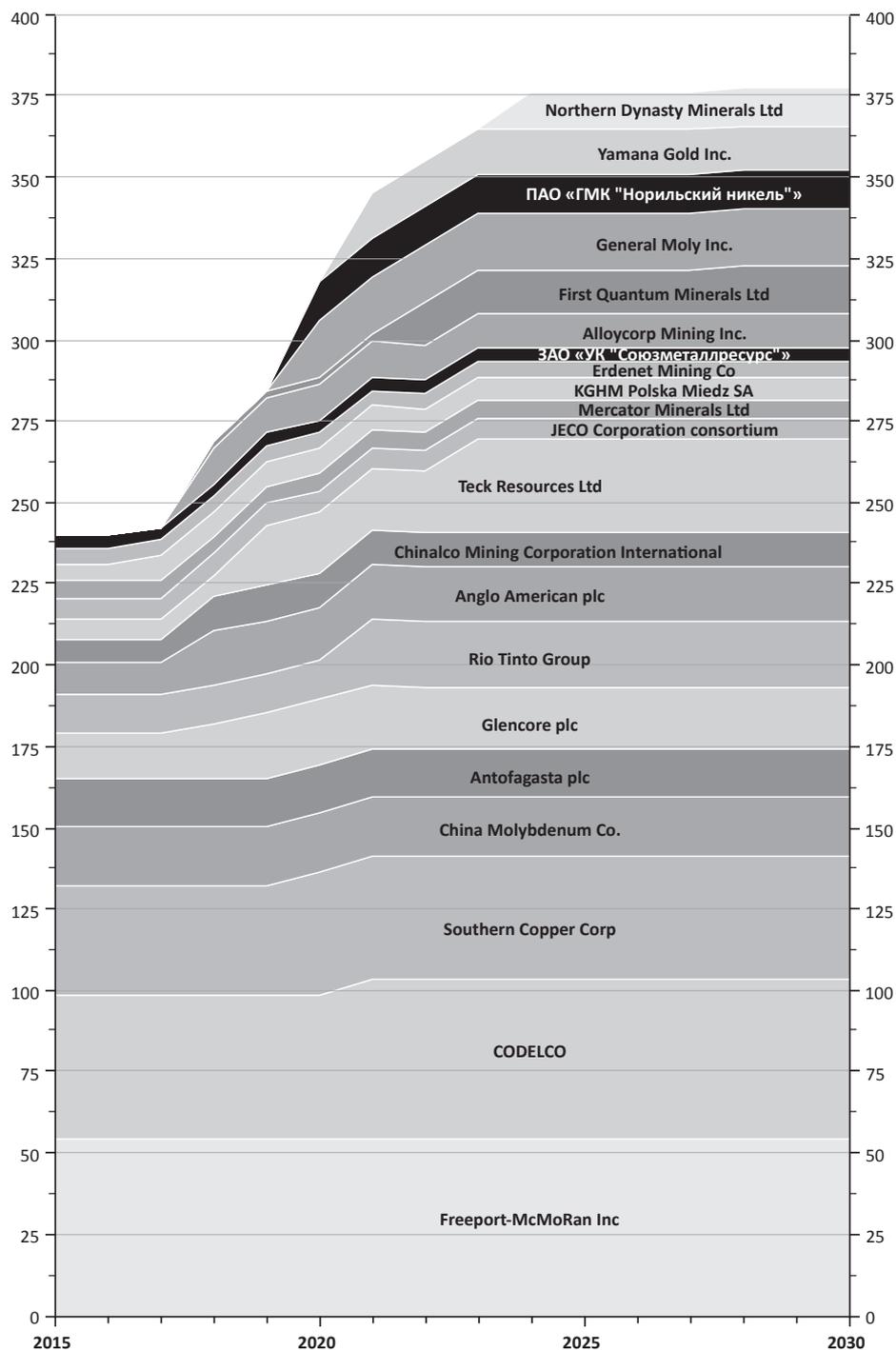


Рис. 11.4 Прогноз добычи молибдена на основе ресурсов, находящихся в распоряжении добывающих компаний, в 2015–2030 гг., тыс. т

Подразделение горнодобывающего концерна *Grupo Mexico* — компания *Southern Copper Corporation* действует на месторождениях медно-порфирового и молибден-медно-порфирового типа Ла-Каридад и Буэнависта (Buenavista) в Мексике, Токепала и Куахоне (Cuañone) в Перу. Молибден добывается попутно с медью, в 2015 г. из недр извлечено 34,1 тыс. т. К 2020 г. компания планирует ввести в строй еще одно медно-порфировое месторождение в Мексике — Эль-Арко (El Arco), что позволит увеличить добычу на 12%.

В число компаний с годовым объемом добычи молибдена, превышающим 20 тыс. т, в перспективе могут войти *Rio Tinto Group* и *Teck Resources Ltd.* Компания *Rio Tinto*, которая в настоящее время добывает металл на молибден-медно-порфировом месторождении Бингем-Каньон в США (11,8 тыс. т Мо в 2015 г.), к 2021 г. может нарастить добычу почти вдвое (до 20,3 тыс. т/г.) в случае ввода в эксплуатацию месторождения Резольюшен, 55% активов которого она владеет.

Канадская компания *Teck Resources Ltd.*, объем добычи молибдена которой в 2015 г. составил немногим более 6 тыс. т, реализует сразу несколько проектов, крупнейшими из которых являются освоение молибден-медно-порфирового месторождения Релинчо и запуск второй очереди на месторождении Кебрада-Бланка, предусматривающей переработку первичных сульфидных руд.

В перспективе в число значимых игроков на рынке молибдена может войти ряд канадских компаний, в том числе *Alloycorp Mining Inc.*, реализующая проект Китсот в Канаде, *First Quantum Minerals Ltd* (Кобре-Панама в Панаме, Акира в Перу и Така-Така в Аргентине), *Yamana Gold Inc.* (Агуа-Рика в Аргентине), *Northern Dynasty Minerals Ltd* (Пеббл на Аляске), американская *General Moly Inc.* (проекты Маунт-Хоп и Либерти в США), а также отечественная компания ПАО «ГМК «Норильский никель»» в случае ввода в эксплуатацию Бугдаинского месторождения.

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ МОЛИБДЕНА НА ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ И ОСВАИВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ДО 2030 Г.

Сырьевая база практически всех эксплуатируемых ныне месторождений с ресурсами молибдена настолько велика, что только для единичных объектов среднего и мелкого масштаба прогнозируется ее исчерпание в ближайшие пятнадцать лет. Более того, на многих ныне действующих рудниках ведется расширение добывающих мощностей. В результате к 2030 г. объем добычи молибдена на разрабатываемых месторождениях к 2030 г. не толь-

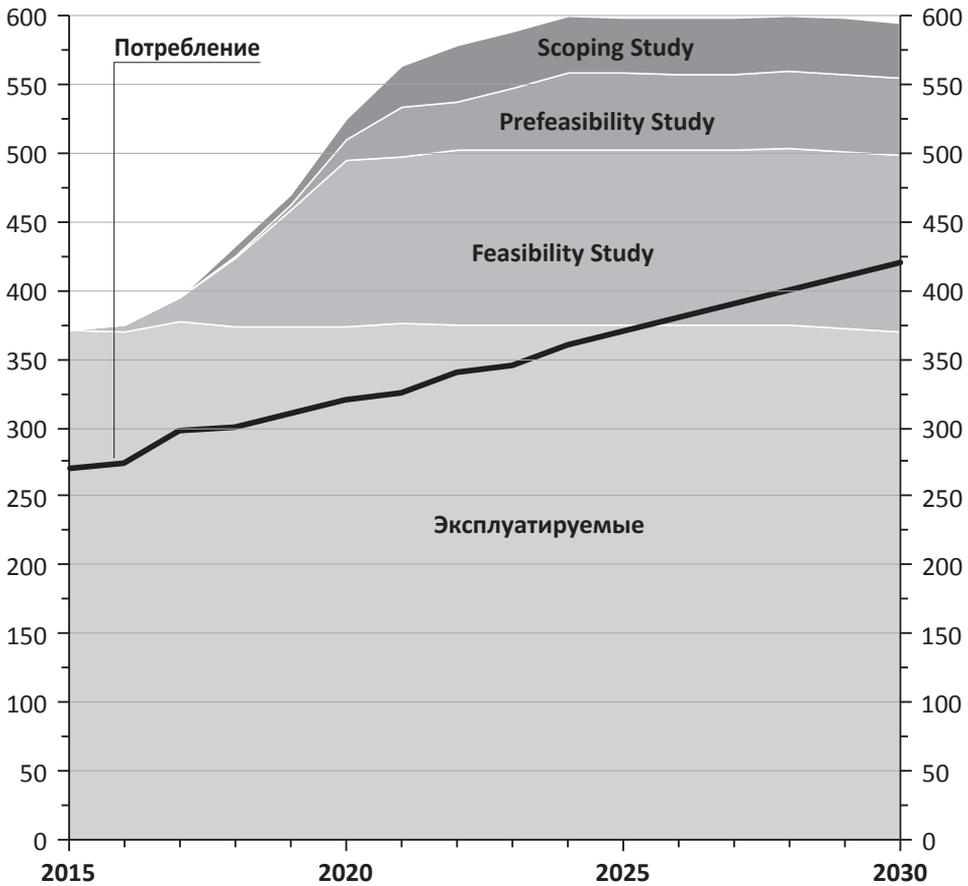


Рис. 11.5 Прогноз потребления молибдена и его добычи на основе ресурсов эксплуатируемых и осваиваемых месторождений в 2015–2030 гг., тыс. т (по Китаю использованы статистические данные по стране в целом)

ко не сократится, но и может увеличиться на 4% (рис. 11.5). Кроме того, в 2014–2015 гг. из-за ухудшения конъюнктуры мирового рынка молибдена были законсервированы несколько молибденовых месторождений. Это, прежде всего, Томпсон-Крик (Thompson-Creek) в США [20], Эндако в Канаде [19] и Жирекенское в России. При улучшении ситуации на рынке они могут быть вновь введены в строй, что еще более увеличит добычные возможности разрабатываемых объектов.

Имеются сведения о 40 осваиваемых молибденовых и молибденосодержащих месторождениях в разных странах мира, большая часть которых расположена в западном полушарии. Количество и мощность по добыче проектируемых предприятий таковы, что если все они будут своевременно

введены в строй, после их выхода на полную мощность в мире будет добываться дополнительно 215–230 тыс. т металла, иначе говоря, добыча может вырасти примерно на 60% относительно уровня 2015 г.

Половина имеющихся проектов близки к завершению — на них выполнены работы *feasibility study*. Один из проектов — Лас-Бамбас в Перу — завершен, месторождение в начале 2016 г. вовлечено в отработку. Ожидается, что с начала следующего десятилетия и до 2030 г. эти объекты будут обеспечивать 120–128 тыс. т добычи молибдена ежегодно.

На десяти месторождениях проведены исследования *prefeasibility study*, ввод их в эксплуатацию ожидается в 2020–2024 гг., суммарная добыча на них может составить 54–55 тыс. т молибдена.

Еще на десяти объектах проведены работы *scoping study* (технико-экономические соображения), на большинстве их выполнена только оценка ресурсов. Тем не менее, согласно планам компаний, начало разработки этих объектов также начнется в первой половине следующего десятилетия, а суммарное количество добываемого на них молибдена составит 40–48 тыс. т/г.

Таким образом, мировая сырьевая база молибдена очень велика и может обеспечить значительный рост добычи металла. Особенность молибденовой отрасли состоит в том, что добыча металла не регулируется реальными потребностями промышленности, а зависит, главным образом, от спроса на медь, попутно с которой добывается большая часть молибдена. Предложение молибденовой продукции, как правило, превышает спрос, несмотря на то, что металл из комплексных руд извлекается не в полной мере. Избыток добываемого из недр молибдена относительно уровня его потребления в 2015–2017 гг. достиг примерно 100 тыс. т. Дополнительным фактором давления на рынок стало снижение темпов роста экономики Китая — главного потребителя молибдена [10; 11].

В связи с этим цены на молибден в последние годы демонстрировали тенденцию к снижению и в 2015–2017 гг. находились на крайне низком уровне, хотя в 2017 г. и наблюдался некоторый их рост, связанный с увеличением импорта молибденовых концентратов в Китай. (рис. 11.6).

Тем не менее, низкие цены на металл не спровоцировали массового закрытия проектов освоения новых месторождений с ресурсами молибдена, потому что большая их часть направлена, главным образом, на добычу меди, золота и других металлов. Характерно, что при этом некоторые действующие добывающие предприятия, эксплуатирующие молибден-порфиновые месторождения, где молибден является основным компонентом, были оставлены, в том числе Жирекенский ГОК в России; законсервированы или отложены отдельные собственно молибденовые проекты.

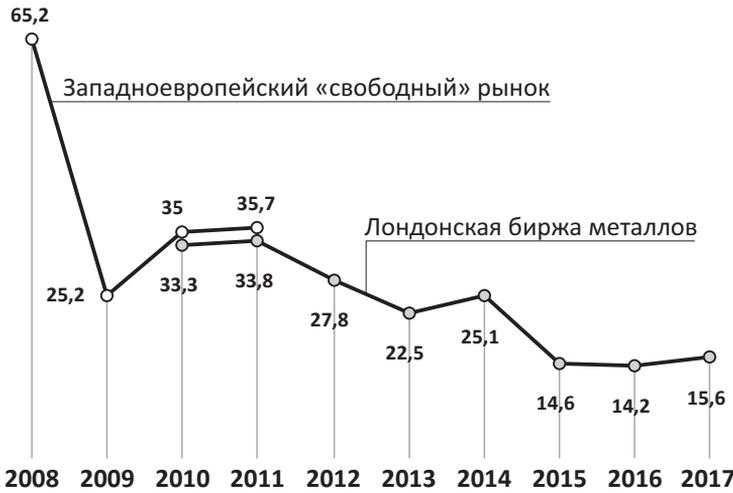


Рис. 11.6 Среднегодовые цены на оксид молибдена на западноевропейском рынке и Лондонской бирже металлов в 2008–2017 гг., долл./кг Мо в продукте

Оснований надеяться на существенный рост цен нет, поскольку большинство проектов освоения месторождений с запасами попутного молибдена продолжает реализовываться, а это значит, что добыча молибдена из недр будет расти. В случае успешного ввода в эксплуатацию всех осваиваемых месторождений избыток металла может превысить 200 тыс. т. Таким образом, мировая экономика в обозримой перспективе не будет испытывать недостатка в молибдене, из чего следует, что перспективы освоения собственно молибденовых месторождений неблагоприятны — их реализация может быть успешной лишь при возникновении локального спроса на него, который по экономическим или каким-либо другим причинам не может быть удовлетворен за счет импорта.

Существующая на мировом рынке молибдена ситуация создает серьезные трудности для российской молибденовой отрасли, поскольку основу сырьевой базы страны составляют именно собственно молибденовые месторождения. В условиях низких цен, как уже было сказано, остановлена добыча металла на Жирекенском месторождении и производство ферромолибдена на одноименном ферромолибденовом заводе, а также заморожены все отечественные проекты освоения месторождений — Бугдаинского, Агаскырского, Жарчинского, Орекитканского.

В этих условиях становится невыгодным даже извлечение молибдена из руд Михеевского медно-порфирирового месторождения в Челябинской области, аналогичного зарубежным объектам, которые служат главным

источником металла в мире, поскольку содержания его крайне низки (в среднем 0,004%). Добываемые на нем молибден-содержащие руды складываются.

Российские продуценты ферромolibдена, не имеющие собственной сырьевой базы, импортируют дешевые молибденовые концентраты из Чили и США. И такая ситуация, очевидно, будет иметь место в течение длительного времени — до тех пор, пока цены на молибден будут сохраняться на низком уровне.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Авдонин, В. В. Месторождения металлических полезных ископаемых: Учеб. пособие для вузов. Н. А. Солодов [и др.]: ЗАО «Геоинформмарк». 1998
2. Норильский никель. Годовой отчет ПАО «ГМК «Норильский никель»» за 2016 год. 2017, июнь
3. Antaiko. Tungsten & Molybdenum Monthly. No.60. 2017, May
4. Australian Government. Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources as at December 2015. 2016
5. China Molybdenum Co. Annual Report 2011. 2012
6. China Molybdenum Co. Annual Report 2015. 16.05.2016
7. General Moly. Investor Relations. News Release. General Moly Reports Second Quarter Results. 08.08.2016
8. Government of India. Ministry of Mines. Indian Bureau of Mines. Indian Minerals Yearbook 2015 (Part- II: Metals & Alloys). Molybdenum. 2016, December
9. IMOА. Latest news. New high for global molybdenum production and use in 2014. 02.06.2015
10. International Molybdenum Association (IMOА). Global production and use of molybdenum. 2016
11. International Molybdenum Association (IMOА). Latest news. Global molybdenum production and use down in 2015. 17.05.2016
12. International Molybdenum Association (IMOА). Latest news. Global Molybdenum Production and Use at New High. 24.06.2014
13. International Molybdenum Association (IMOА). Latest news. Global molybdenum production up again in 2012. 07.06.2013
14. Mining Weekly. Sector News. Las Bambas enters commercial production. 11.07.2016
15. Ministry of Economy of the Kyrgyz Republic. Medium and Long-Term Strategy of Mining Industry Development of the Kyrgyz Republic. Volume I. 2014
16. Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2015 China Mineral Resources. 2015, October
17. National Bureau of Statistics of China. China Statistical Yearbook 2016. Resources and Environment. 8–4 Ensured Reserves of Major Mineral. 2016
18. NEWS.am. Armenia's molybdenum reserves total 857 thousand tons. 25.12.2011
19. Thompson Creek Metals Company. News Release. Thompson Creek Metals Company to Place Endako Molybdenum Mine on Temporary Suspension. 10.12.2014

20. Thompson Creek Metals Company. News Release. Thompson Creek Reports First Quarter 2015 Production and Sales Results. 16.04.2015
21. USGS. Mineral Commodity Summaries. Molybdenum 2017. 2017, January
22. World Metal Statistics Yearbook 2016. 2016



ТИТАН

Анализ мировых добычных возможностей на разрабатываемых и осваиваемых месторождениях титанового сырья базируется на данных о ресурсах, запасах и добыче на 213 коренных и россыпных месторождениях и их группах. Учтены данные по подавляющему большинству эксплуатируемых объектов и наиболее значимым проектируемым добывающим предприятиям зарубежных стран. Для России учитывались все месторождения, фигурирующие в Государственном балансе запасов полезных ископаемых Российской Федерации.

Полнота проанализированных данных оценивалась по доле титана, добываемого на объектах, участвовавших в анализе, в совокупной мировой добыче металла. Статистические данные о мировой добыче титана отсутствуют, имеются только сведения о мировом производстве титана в концентратах, которое составило 5,8 млн т в 2015 г. [14, с. 76]. Если принять

среднее содержание диоксида титана в титановых концентратах равным 60%, а извлечение его в концентраты — 70%, то для получения в концентратах 5,8 млн т диоксида титана необходимо добыть около 14 млн т TiO_2 в рудах. Учитываемые в анализе объекты обеспечили в 2015 г. добычу 11,6 млн т диоксида титана, что соответствует примерно 80% мировой. Неполнота данных связана с недоступностью исчерпывающих данных о добыче титана на месторождениях Китая, Вьетнама, Малайзии, Южной Кореи и Египта.

Минералы титана извлекаются в промышленном масштабе как из россыпных, так и из коренных руд. Однако, хотя добыча титана из магматогенных объектов достигает почти 60% мировой, производство титана в концентратах из этого сырья лишь немногим превышает 30% суммарного выпуска. Это связано с тем, что в магматогенных месторождениях значительная часть титана находится в титаномагнетите, а также в сфене, из которых титан не извлекается. Из россыпей добывается немногим более 40% суммарного объема титана, но концентраты, полученные из такого сырья, обеспечивают почти 70% мирового производства TiO_2 .

Среди коренных объектов основную роль играют магматические месторождения, связанные с габброидами; они содержат 44% мировых ресурсов и 65% мировых запасов титана. Все они комплексные, руды содержат также железо и ванадий, которые могут выступать как в качестве главных, так и сопутствующих полезных компонентов. В мире разрабатывается менее десятка таких объектов, информация имеется только по четырем из них: гигантским китайскому Паньчжихуа (Panzhihua) и норвежскому Телльнес (Tellnes), крупному канадскому Лак-Тио (Lac Tio) и мелкому российскому Куранахскому месторождению. В Китае разрабатывается ещё несколько объектов, но данные по ним отсутствуют. В настоящее время подготавливаются к разработке еще около 50 месторождений этого геолого-промышленного типа в Австралии, Канаде, Финляндии, Китае, Мозамбике, ЮАР, Украине и России.

Магматические месторождения титана, связанные с интрузивными комплексами габброидных пород, приурочены к дифференцированным массивам докембрийского, реже раннепалеозойского возраста, размещающимся на окраинах древних платформ в зонах глубинных разломов.

По составу руд среди них выделяется три подтипа:

- богатых гемоильменитовых, ильменитовых и магнетит-ильменитовых руд в анортозитовых и габбро-анортозитовых массивах (Лак-Тио и Телльнес);
- ильменит-титаномагнетитовых (в том числе титаномагнетит-ильменитовых, апатит-ильменит-титаномагнетитовых, ильменит-

магнетитовых) руд в дифференцированных массивах габброидов (Паньчжихуа и Куранахское);

- преимущественно титаномагнетитовых руд в расслоенных габброидных массивах, которые в настоящее время на титан не разрабатываются из-за сложного извлечения из них титана. Подготавливается к эксплуатации месторождение Маунт-Пик (Mount Peake) в Австралии.

Месторождения богатых *гемоильменитовых, ильменитовых и магнетит-ильменитовых руд* развиты в протерозойской тектонической провинции Гренвилл (Grenville) на севере США и Канады и её продолжении на севере Европы — провинции Ругаланд (Rogaland). Рудные тела несогласно залегают во вмещающих анортозитах, образуя линзообразные и дайкообразные тела крупных размеров, протяженностью до 1 км на месторождении Лак-Тио и до 2,7 км на месторождении Телльнес и мощностью до 110 м и 250 м соответственно [45]. Руды в основном массивные, реже вкрапленные, содержат в среднем 34,2% и 18% TiO_2 , соответственно. Гемоильменит представляет собой ильменит, насыщенный включениями гематита. Помимо титана, попутно извлекается железо в виде чугуна при выплавке титановых шлаков. К этому же подтипу относится подготавливаемое к эксплуатации месторождение Баррамби (Barrambie) ванадийсодержащих магнетит-ильменитовых руд, содержащих 22–25% TiO_2 в Австралии [46].

Гигантское месторождение *ильменит-титаномагнетитовых руд* Паньчжихуа приурочено к расслоенному габброидному массиву палеозойского (герцинского) возраста. Главная рудная зона протяженностью более 15 км по простиранию прослежена на 850 м по падению. Рудные тела пластообразной и линзообразной формы сложены массивными и вкрапленными рудами. Промышленные минералы представлены преимущественно титаномагнетитом, в массивных рудах его концентрация превышает 80%, во вкрапленных — около 50%; содержание ильменита в рудах — 15–20%. Руды разрабатываются на титан (среднее содержание TiO_2 —12%), железо (43%) и ванадий (0,3%) [49]. К этому же типу относятся отечественные крупное месторождение Большой Сэйим и мелкое Куранахское, локализованные в габбро и габбро-норитах Куранахской ветви Каларского габбро-анортозитового массива позднеархейского возраста, Стремигородское (Украина), связанное с многофазным Коростенским плутоном, Пи-Кью-Зоун (P-Q Zone) в северной части Бушвельдского массива в ЮАР, Масамба (Masamba) в Мозамбике, Балла-Балла (Balla Balla) в Австралии.

Осваиваемое месторождение *преимущественно титаномагнетитовых руд* Маунт-Пик (Mount Peake) в Австралии локализуется в расслоенном габброидном массиве в протерозойской тектонической провинции Арунта

(Arunta). Руды представлены оливиновым габбро, обогащенным титаномагнетитом и содержат 8% TiO_2 ; перерабатывать их планируется гидрометаллургическим способом [56].

Роль коренных месторождений титана других геолого-промышленных типов крайне незначительна. Магматические месторождения в щелочных породах разрабатываются только в России: это Ловозерское лопаритовое месторождение и апатит-нефелиновые объекты Хибинского массива нефелиновых сиенитов с практически неизвлекаемым попутным титаном, содержащемся в сфене и титаномагнетите. Единственное разрабатываемое месторождение в корах выветривания габброидных пород — Гундикум (Goondicum) в Австралии. Крупные ресурсы титана (13% мировых) разведаны в гигантском месторождении Альто-Парана (Alto Parana), связанном с корами выветривания толеитовых базальтов в Парагвае, его освоение находится на ранней стадии. Три метаморфогенных месторождения разрабатываются в Китае, осваиваются еще два — Энгебофьеллет (Engebøfjellet) в Норвегии и Отанмаки (Otanmäki) в Финляндии. Около 8% мировых ресурсов титана оценено в корах выветривания карбонатитов в Бразилии, но металл из них не извлекается.

Подготавливаются к эксплуатации погребенные литифицированные россыпи российского Ярегского нефтетитанового месторождения, в котором заключено 6% мировых ресурсов и 7% запасов титана, и гидротермально-метасоматическое месторождение титана Серро-Бланко (Cerro Blanco) в Чили.

Среди россыпных месторождений выделяются прибрежно-морские с комплексной титан-циркониевой минерализацией, связанные как с современными береговыми линиями, так и древние погребенные, а также континентальные, преимущественно аллювиальные россыпи. Преобладающее значение в добыче титана и производстве титановых концентратов имеют современные прибрежно-морские россыпи.

Абсолютное большинство крупных россыпных районов приурочено к открытым океаническим побережьям Австралии, Индии, Африки, Северной и Южной Америки в пределах тропического и субтропического климатических поясов. Различные россыпные районы характеризуются разной минералогической специализацией. Циркон-рутил-ильменитовая ассоциация с монацитом, гранатами, глиноземистыми минералами (дистен, силлиманит, андалузит) характерна для австралийского, индийского и американского побережий. На юго-восточном побережье Африки и побережье Мадагаскара россыпи ильменитовые с титаномагнетитом и цирконом, на западном побережье Африки — существенно цирконовые.

В мире разрабатывается около пяти десятков *современных прибрежно-морских россыпных месторождений* титана и примерно 40 объектов подготавливаются к эксплуатации. В современных россыпях заключено 13% мировых ресурсов и 17% мировых запасов; на них приходится примерно 30% мировой добычи. Месторождения линейного типа; обычно это пляжевая и эоловая фации россыпей с крупно- и среднезернистыми несцементированными или слабо сцементированными малоглинистыми песками. Масштаб россыпей самый разнообразный — от мелких до гигантских. Размеры залежей коррелируют с их масштабом: длина самых крупных составляет первые десятки километров при ширине до 10 км и мощности в первые метры.

Промышленными минералами титана являются ильменит, рутил, реже лейкоксен. Содержание диоксида титана в рудных песках варьирует в широких пределах — от долей процента до десятков процентов; преобладают россыпи, содержащие 1–3% TiO_2 . Сверхбогатыми рудами (38% TiO_2) сложено месторождение Пулмоддай (Pulmoddai) в Шри-Ланка, являющееся современной пляжевой россыпью, возобновляемой ежегодно примерно на 15% за счет волноприбойной деятельности океана в сезон муссонов. Россыпь содержит 50–60% тяжелых минералов, из которых около 40% приходится на ильменит, по 5% — на рутил и циркон.

Крупнейшими современными россыпными объектами в мире являются Бранд-се-Бай (Brand-se-Bai) и Зулти-Норт (Zulti North) в ЮАР, Чавара (Chavara) и Чатрапур (Chatrapur) в Индии, Намалопе (Namalope) в Мозамбике.

Погребенные прибрежно-морские россыпные месторождения могут представлять собой захороненные россыпи пляжевой и эоловой фаций, а также пластовые тела, сформировавшиеся в прибрежных мелководных бассейнах. В них оценено лишь около 9% мировых ресурсов и 7% запасов; разрабатывается немногим более десятка таких объектов, обеспечивающих примерно 10% мировой добычи; в стадии освоения находится около 40 месторождений. Разрабатываемые россыпи в основном среднего масштаба (1–5 млн т диоксида титана), среди подготавливаемых к разработке — пять гигантских месторождений, в том числе австралийские пластовые россыпи Тандерберд (Thunderbird), WIM-150, WIM-200, WIM-250 и российское Центральное. Они характеризуются тонкозернистостью рудных песков и средними содержаниями диоксида титана 1–3%. Среди объектов линейного типа встречаются россыпи со сверхвысокими содержаниями диоксида титана, это австралийские Уэст-Балраналд (West Balranald) и Непиан (Nepian), пески которых содержат соответственно 16% и 13,5% TiO_2 .

Континентальные россыпные месторождения имеют гораздо меньшее распространение, чем прибрежно-морские; в них заключено только

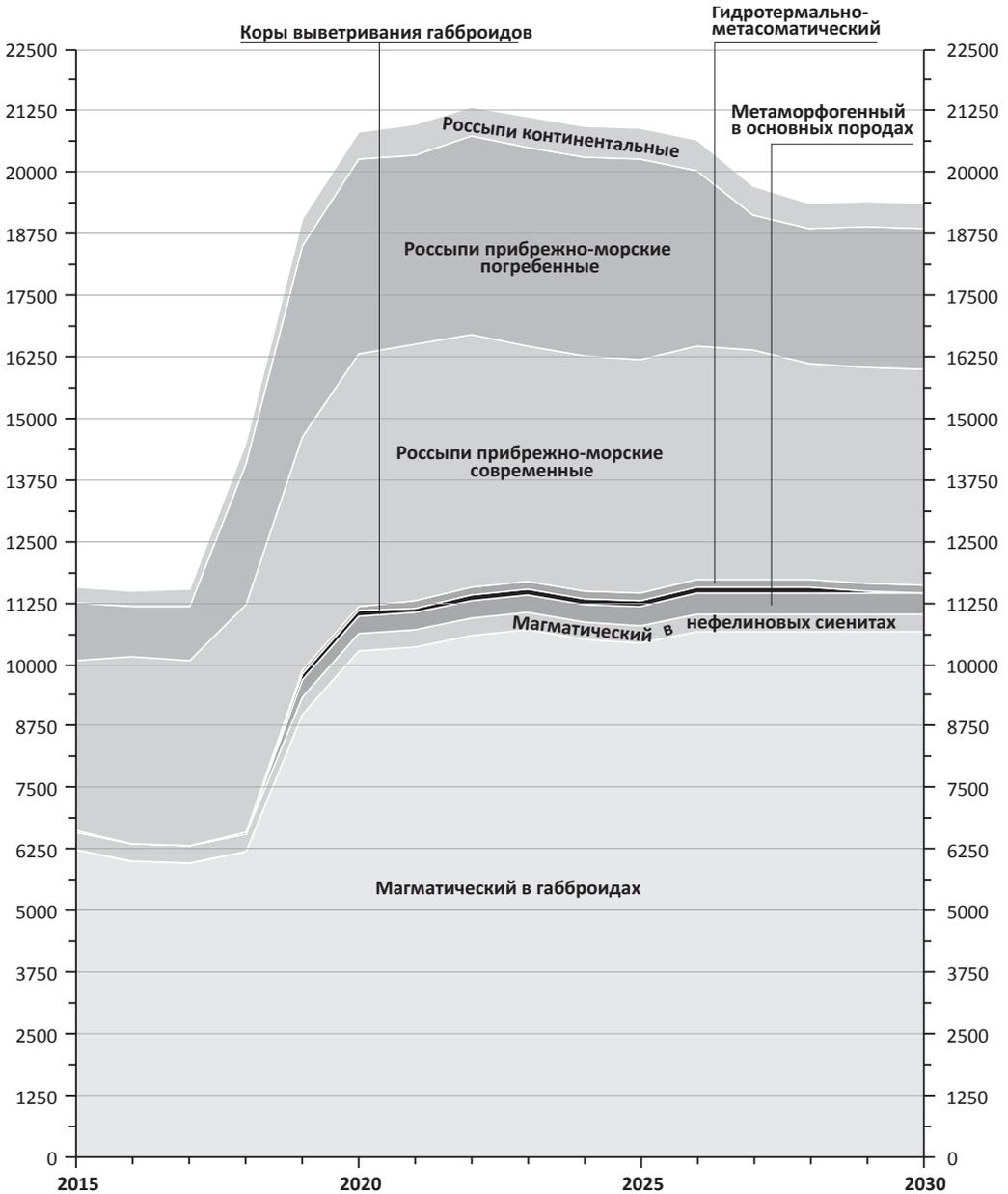


Рис. 12.1. Прогноз добычи титана на основе ресурсов месторождений различных геолого-промышленных типов в мире в 2015–2030 гг., тыс. т

около 4% мировых ресурсов и 2% мировых запасов титана; добыча на них составляет не более 3% мировой. Россыпи представлены аллювиальными, реже озерными отложениями. Месторождения обычно мелкого и среднего масштаба. По содержанию титановых минералов россыпи, как правило, богатые, так, в россыпях Иршанской группы (Украина) среднее содержание ильменита превышает 100 кг/куб. м, местами достигая 500 кг/куб. м. В то же время аллювиальные пески месторождений группы Гбангбама-Могбвемо (Gbangbama-Mogbwemo) в Сьерра-Леоне, которые являются крупным поставщиком рутила на мировой рынок, содержат 1,3% рутила.

Континентальные аллювиальные россыпи разрабатываются в Сьерра-Леоне, Украине, Казахстане, Малайзии, Китае.

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ ТИТАНА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ВЕДУЩИХ ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ТИПОВ ДО 2030 Г.

В 2019–2020 гг. в мире прогнозируется резкий рост добычи титана на месторождениях магматогенных руд в габброидах (рис. 12.1). Объем диоксида титана, извлекаемого из руд таких месторождений, может вырасти к 2020 г. более, чем в полтора раза — с 6,3 млн т в 2015 г. до 10,3 млн т, а к 2026 г. увеличиться почти до 11 млн т. Это связано с большим числом проектов освоения новых объектов этого геолого-промышленного типа. Только в Австралии ведется подготовка к эксплуатации трех магматических железо-титан-ванадиевых объектов: одного из самых богатых по содержанию TiO_2 в мире Баррамби, Маунт-Пик и крупнейшего в Австралии месторождения Балла-Балла, на котором запроектировано строительство гигантского рудника по добыче 1675,5 тыс. т/год диоксида титана. На разных стадиях реализации находятся проекты освоения месторождений этого типа в ряде других стран: группы Масамба в Мозамбике, Тымлай (Tymlay) в Казахстане, Муставаара (Mustavaara) в Финляндии, богатых по содержанию титана железо-титан-ванадиевых месторождений группы Ла-Блаш (La Blache) в Канаде, участка Пи-Кью-Зоун в северной части Бушвельдского интрузивного комплекса в ЮАР, Стремгородского в Украине, российского Большой Сэйим.

В этот же период прогнозируется и значительный рост добычи титана из россыпей, как современных поверхностных, так и более древних погребенных. Наиболее крупные проекты освоения современных россыпей развиваются в Австралии, Мадагаскаре и Мозамбике. На западном побережье Австралии подготавливается к разработке месторождение Коберн (Coburn) [55], в Мадагаскаре осваивается гигантское месторождение Ранубе (Ranobe)

с высоким (более 5%) содержанием тяжелых минералов [63], в Мозамбике планируется освоение гигантского месторождения Жангамо (Jangamo) из группы Мутамба (Mutamba) на побережье Индийского океана [53]. Существуют подобные проекты в ЮАР, Перу и других странах. Согласно имеющимся планам компаний, добыча титана из современных россыпей к 2020 г. может вырасти почти в полтора раза по сравнению с 2015 г. и превысит 5 млн т.

В дальнейшем объем добываемого сырья может начать сокращаться в связи с истощением запасов месторождений Квале (Kwale) в Кении в 2022 г., а затем в 2027 г. — Камисберг (Kamiesberg) в ЮАР и к 2030 г. уменьшится до 4,4 млн т. Однако сокращение может оказаться менее значительным, так как компания *Base Resources Ltd.*, разрабатывающая месторождение Квале, ведет интенсивные геологоразведочные работы на флангах месторождения для продления срока его эксплуатации [9].

Темпы роста добычи титана из погребенных россыпей в период 2017–2020 гг. могут оказаться самыми быстрыми — ожидалось её удвоение уже в 2018 г., в 2020 г. добыча более чем втрое превысит уровень 2015 г. и достигнет почти 4 млн т, а к 2022 г. превысит и этот уровень. Наиболее значимые проекты освоения погребенных россыпей реализуются в Австралии, в том числе крупного месторождения со сверхбогатыми по содержанию титана песками (16–17% TiO_2) Уэст-Балраналд в провинции Муррей-Бейсин [31], крупного Катаби (Cataby), расположенного южнее отработанного месторождения Энибба (Eneabba), объединенных в единый проект Атлас (Atlas), а также Бунанарринг (Boonaning) в Западно-Австралийской провинции, гигантского месторождения Тандерберд в штате Западная Австралия и ряда других. Погребенные россыпи осваиваются также в Украине, Казахстане и России. Кроме того, планируется расширение мощностей по добыче ряда действующих предприятий, в том числе на месторождениях группы Тулагнару (Tolagnaro) в Мадагаскаре (с 240 тыс. т до 470 тыс. т в 2020 г.), месторождении Шокаш в Казахстане (с 50 тыс. т до 110 тыс. т в 2018 г.).

К концу рассматриваемого периода добыча титана из погребенных россыпей может начать сокращаться из-за истощения ресурсов разрабатываемых месторождений Шокаш в Казахстане и Мишен (Mission) в США, а также австралийских Катаби, Уэст-Балраналд и Атлас-Бунанарринг, начало разработки которых планировалось в 2018 г.; в результате количество извлекаемого на таких объектах металла к 2030 г. может сократиться на треть, до 2,9 млн т.

Добыча титана из континентальных россыпей может вырасти к 2021 г. почти вдвое и превысить 600 тыс. т благодаря вводу в строй новых добывающих мощностей на месторождениях Гангама (Gangama) и Сембехун

(Sembehun) из группы Гбангбама-Могбвемо в Сьерра-Леоне и росту производительности рудника на Бизрулевском месторождении в Украине, однако роль этого геолого-промышленного типа останется незначительной.

Таким образом, значительных изменений в структуре добычи титанового сырья к 2030 г. не произойдет. Может сократиться доля современных россыпей за счет роста значения погребенных россыпных месторождений.

Прогноз добычи титана на важнейших месторождениях мира до 2030 г.

В 2015 г. 83% мировой добычи титана приходилось на 13 месторождений (рис. 12.2). Крупнейшим из них является китайское магматогенное месторождение в габброидах Паньчжихуа, обеспечившее 42% мировой добычи (4,85 млн т) диоксида титана. Его сырьевая база достаточна для продолжения добычи на достигнутом уровне не менее, чем до 2030 г.

Добыча еще на трех объектах — магматогенном в габброидах Лак-Тио в Канаде и двух гигантских современных россыпях Зулти-Норт в ЮАР и Мома (Мома) в Мозамбике — составила 16% мировой добычи; на каждом из них извлечено более 500 тыс. т диоксида титана. Ресурсы их также велики и могут обеспечить работу действующих на них рудников до конца рассматриваемого периода.

Еще 24% извлеченного из недр в 2015 г. титана добыто на эксплуатируемых объектах «второго эшелона» — от 200 тыс. т до 500 тыс. т на каждом. Ресурсы двух из них, Квале в Кении и Куранахского в России, могут быть исчерпаны уже в середине следующего десятилетия.

Ожидается, что в период 2017–2020 гг. в строй могут быть введены 35 новых добывающих предприятий, в том числе 12 крупных, мощностью по добыче не менее 200 тыс. т/год диоксида титана (табл. 12.1;12.2). Крупнейшим из них может стать рудник на австралийском магматогенном месторождении Балла-Балла, годовая мощность будет достигать почти 1700 тыс. т диоксида титана. Ресурсов месторождения достаточно, чтобы продолжать его эксплуатацию с той же интенсивностью до 2030 г. и далее; после выхода на полную мощность предприятие станет вторым в мире после рудника на месторождении Паньчжихуа.

Еще одно крупное предприятие запроектировано на россыпных месторождениях группы Балраналд (Уэст-Балраналд и Непиан) в Австралии, его мощность превысит 900 тыс. т/год. Однако уже в середине следующего десятилетия ресурсы месторождений будут исчерпаны.

Добычные возможности недр

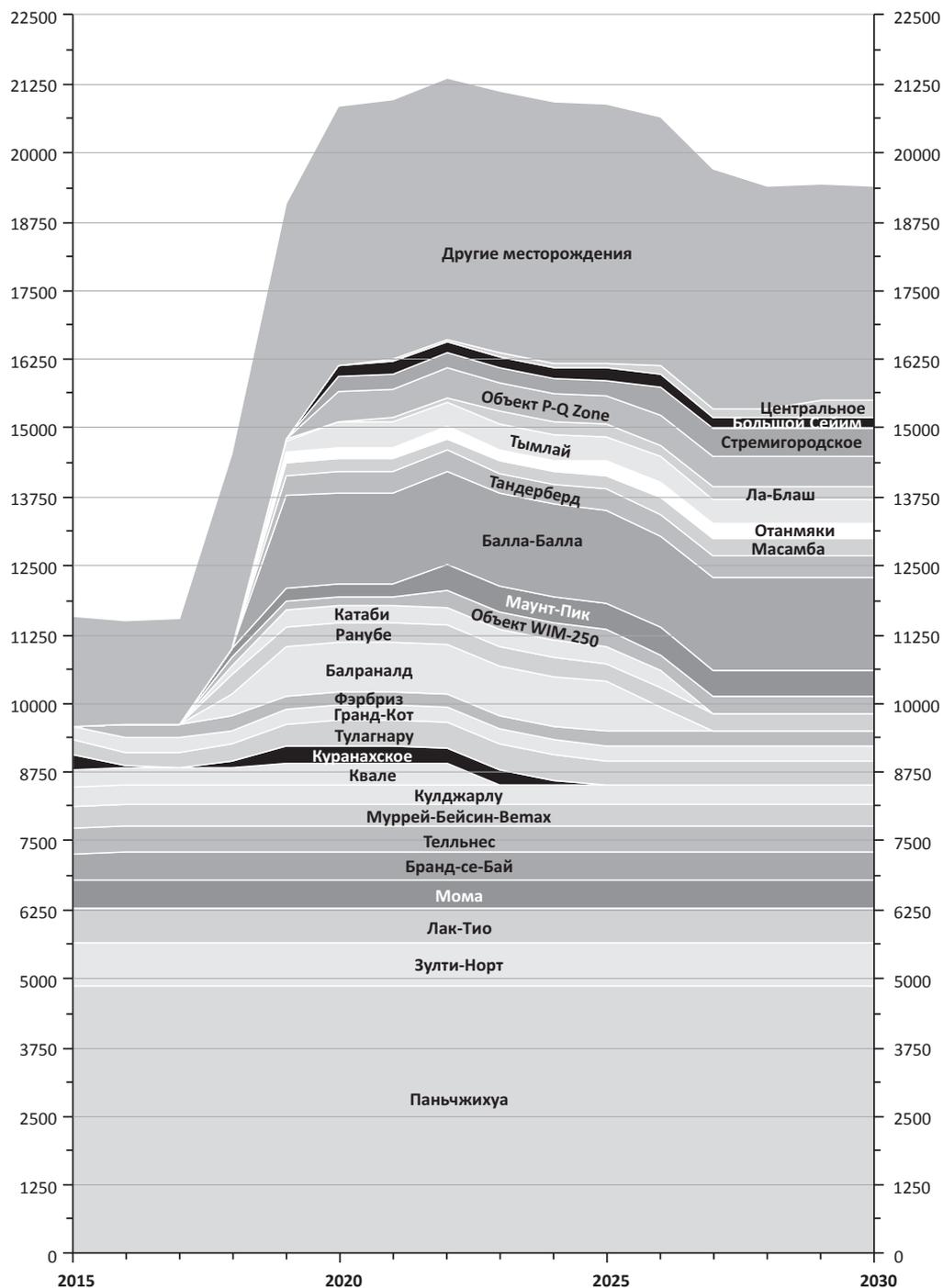


Рис. 12.2. Прогноз добычи титана на основе ресурсов важнейших месторождений мира в 2015–2030 гг., тыс. т

Таблица 12.1 Проекты освоения коренных месторождений титана в мире

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче диоксида титана в руде, тыс. т	Другие полезные компоненты
Геолого-промышленный тип магматический в габброидах					
Маунт-Пик	Австралия	FS	2018	239,7–479,4	Fe, V
Ла-Блаш	Канада	FS	2019	26,7–85,4–222,5	Fe, V
Балла-Балла	Австралия	FS	2019	1675,5	Fe, V
Тымлай	Казахстан	FS	2019	450	Fe, V
Масамба	Мозамбик	FS	2019	375,4	Fe, V
Муставаара	Финляндия	FS	2019	124,7	Fe, V
Стремигородское	Украина	FS	2020	260–520	Fe, P
Баррамби	Австралия	PFS	2019	125,4	Fe, V
Большой Сэйим	Россия	SS	2020	221	Fe, P
P-Q Zone	ЮАР	SS	2020	535	Fe
Потенциальный геолого-промышленный тип метаморфогенный в основных породах					
Отанмяки	Финляндия	FS	2019	202,5–270	Fe, V
Энгебофьеллет	Норвегия	PFS		150,2	Гранаты
Потенциальный геолого-промышленный тип гидротермально-метасоматический					
Серро-Бланко	Чили	FS	2018	79,6–159,3	Полевые шпаты

*SS — scoping study, PFS — pre-feasibility study, FS — feasibility study

Мощность рудников на остальных осваиваемых месторождениях не превысит 500 тыс. т в год; ожидается, что все они будут эксплуатироваться до 2030 г. и далее. Исключение составляет австралийское Катаби, ресурсы которого будут истощены к 2027 г.

Таблица 12.2 Проекты освоения россыпных месторождений титана в мире

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче диоксида титана в руде, тыс. т	Другие полезные компоненты
Геолого-промышленный тип современных прибрежно-морских россыпей					
Донгара	Австралия	FS	2018	58,2	Zr
Коберн	Австралия	FS	2018	118,6	Zr
Ранубе	Мадагаскар	FS	2018	206,7	Zr
Камисберг	ЮАР	PFS	2018	257	Zr, TR
Гвадалупито	Перу	PFS	2020	36–60	Zr, Fe, анадалузит
Мутамба	Мозамбик	SS	2020	348	Zr
Геолого-промышленный тип погребенных прибрежно-морских россыпей					
Волчанское	Украина	FS	2018	146	Zr
Уэст-Балраналд	Австралия	FS	2018	902	Zr
Атлас-Буанарринг	Австралия	FS	2018	104,9	Zr
Атлас-Вемах	Австралия	FS	2018	311	Zr
Катаби	Австралия	FS	2018	321,8	Zr
WIM-250	Австралия	FS	2018	152,2–304,3	Zr
Объект WIM-150	Австралия	FS	2018	139,9	Zr
Сайклон	Австралия	FS	2018	115	Zr
Обуховское	Казахстан	FS	2018	38	Zr
Матроновско-Анновский участок	Украина	FS	2018	110	Zr
Туганское	Россия	FS	2019	20–60	Zr
Тандерберд	Австралия	FS	2019	234,2–328,3	Zr
Кампасп	Австралия	FS	2021	124,5	Zr
Центральное	Россия	FS	2021	48–288,8	Zr

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче диоксида титана в руде, тыс. т	Другие полезные компоненты
Авонбанк	Австралия	PFS	2020	181,2	Zr
Геолого-промышленный тип континентальных россыпей					
Гбангбама-Могбвемо	Сьерра-Леоне	FS	2019	80–70	Zr

*SS — scoping study, PFS — pre-feasibility study, FS — feasibility study

В результате к 2030 г. число месторождений с добычей титана, превышающей 200 тыс. т/год, увеличится до 24. Эти объекты по-прежнему будут обеспечивать около 80% мирового производства титанового сырья, при этом доля крупнейшего его продуцента, месторождения Паньчжихуа сократится с 42% до 25%. В число рудников с годовой добычей, превышающей 500 тыс. т диоксида титана, кроме действующих сегодня, могут войти предприятия на месторождениях Балла-Балла, Пи-Кью-Зоун и Стремигородском в Украине, добычу на котором планируется увеличить до 520 тыс. т/год в 2026 г.; на них будет приходиться половина мировой добычи.

Прогноз добычи титана основных стран-продуцентов до 2030 г.

Запасами и ресурсами титана располагают 37 стран мира (табл. 12.3). По нашей оценке, на начало 2016 г. его мировые запасы составляли 916 млн т, а суммарные ресурсы оценивались в 5513 млн т.

Таблица 12.3 Ресурсы и запасы диоксида титана в мире, млн т

Страна	Категория	Значение
Россия*	Запасы категорий A+B+C ₁	261,4
	Запасы категорий A+B+C ₁ +C ₂ + забалансовые	689,3
Австралия	Proved + Probable Reserves	84,9^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	487,9
Бангладеш	Resources	0,5 ^r

Добычные возможности недр

Страна	Категория	Значение
Бразилия	Proved + Probable Reserves	2,34
	Measured + Indicated + Inferred Resources	364,8
Вьетнам	Proved + Probable Reserves	7'
	Resources	330
Гамбия	Measured + Indicated + Inferred Resources	0,5'
Гватемала	Resources	9,7'
Египет	Reserves	15,2'
	Resources	20,2'
Индия	Reserves	71,7
	Resources	385,9
Казахстан	Запасы категорий А+В+С₁	4,8'
	Запасы категорий А+В+С ₁ +С ₂	57,9'
Камерун	Indicated + Inferred Resources	1,9
Канада	Proved + Probable Reserves	37,1'
	Measured + Indicated + Inferred Resources	212'
Кения	Proved + Probable Reserves	2,5'
	Measured + Indicated + Inferred Resources	32,1'
Китай	Reserves	214,3
	Resources	764
Корея Северная	Resources	22
Куба	Resources	0,02
Мадагаскар	Proved + Probable Reserves	15,1'
	Measured + Indicated + Inferred Resources	62,3'
Малави	Resources	97,9'
	Reserves	0,5
Мозамбик	Proved + Probable Reserves	22,4'
	Measured + Indicated + Inferred Resources	387,5'
Намибия	Indicated + Inferred Resources	0,62'

Страна	Категория	Значение
Норвегия	Proved + Probable Reserves	63^r
	Resources	73,8 ^r
Парагвай	Inferred Resources	629,6
Перу	Inferred Resources	3,15
Польша	Resources	97,7
Сенегал	Proved + Probable Reserves	10,1^r
	Measured + Indicated Resources ^r	12,3
США	Resources	46,1 ^r
Сьерра-Леоне	Proved + Probable Reserves	3,7
	Measured + Indicated + Inferred Resources	9,6
Танзания	Reserves	16,38 ^r
	Resources	160,41 ^r
Турция	Inferred Resources	3,5
Узбекистан	Запасы категории C ₂	8,9
Украина	Reserves	183,2^r
	Resources	290,3 ^r
Финляндия	Proved + Probable Reserves	3,8^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	11,3 ^r
Чили	Measured + Indicated + Inferred Resources	2,9
Швеция	Inferred Resources	8
Шри-Ланка	Resources	28,8
ЮАР	Proved + Probable Reserves	39,5^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	195,9 ^r
Ямайка	Resources	0,4
Весь мир	Reserves	916
Весь мир	Resources	5513

Пересчет по данным: [1; 2; 5; 11; 13; 17; 21, с. Tabela 3.1.1; 22; 23; 25; 26; 29; 32; 37; 39; 44; 50; 51; 54; 59; 61]

* — по данным официальных источников

^r — сумма по известным месторождениям

Добыча титана из недр в 2015 г. велась в 21 стране, при этом около двух третей извлеченного сырья обеспечили три из них (рис. 12.3): Китай, на долю которого пришлось более 40%, а также ЮАР (12%) и Австралия (9%). Те же страны являются и ведущими продуцентами титана в концентратах, но доля Китая в выпуске продукции составила всего 13% и сопоставима с таковой в ЮАР и Австралии. Мировое производство диоксида титана в концентратах в 2015 г. составило 5,86 млн т (табл. 12.4).

Таблица 12.4 Динамика производства диоксида титана в концентратах в мире в 2011–2015 гг., тыс. т

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
ЮАР	1037	881	800	850	900
Австралия	1150	1144	950	900	850
Китай	799	752	800	750	750
Канада	900	950	700	700	600
Мозамбик	363	375	410	540	491
Вьетнам	380	489	513	465	360
Норвегия	374	319	323	330	352
Украина	202	265	351	325	295
Сенегал	0	0	0	56,3	268
Кения	0	0	3	125	216
США	256	192	192	128	192
Сьерра-Леоне	70	98	126	123	134
Индия	164	133	113	125	125
Россия	34	63	76	89	89
Мадагаскар	294	208	360	100	75
Корея Южная	104	55	50	50	50
Бразилия	40	40	45	47	45
Шри-Ланка	44	32	16	17	32
Египет	8	29	11	6	20
Казахстан	12	12	12	12	12

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Малайзия	34	36	20	10	6
Итого	6265	6072	5871	5747	5862

^{по} данным [14; 62] и данным компаний

В Китае основной объем титана извлекается на гигантском месторождении Паньчжихуа в провинции Сычуань, сырьевая база которого достаточна для продолжения производства по крайней мере еще в течение 30 лет. Разрабатываются с получением ильменитового концентрата еще два средних по масштабу месторождения из группы Паньчжихуа-Сичан (Panzhīhua-Xichang) — Байкао (Baicao) и Сюшуйхе (Xiushuihe) [18]. Известно также о нескольких крупных эксплуатируемых магматогенных и метаморфогенных объектах, но данные об их сырьевой базе и объемах производства в открытом доступе отсутствуют. Недоступна и информация о месторождениях, подготавливаемых к эксплуатации.

В ЮАР в 2015 г. добыто 1,36 млн т диоксида титана, в основном в ходе эксплуатации двух гигантских современных прибрежно-морских россыпей — Бранд-се-Бай на западном побережье страны и Зулти-Норт из группы Ричардс-Бей (Richards Bay) на восточном; здесь же в конце 2015 г. запущен новый рудник Фэрбриз (Fairbreeze) мощностью 247 тыс. т диоксида титана в год взамен выбывшего из эксплуатации в 2014 г. рудника Хиллендейл (Hillendale) [58]. Осваиваются крупное месторождение титаномагнетитовых и ильменит-титаномагнетитовых руд Пи-Кью-Зоун [16] и современная прибрежно-морская россыпь Камисберг [15]. Результатом этого может стать увеличение количества добываемого титанового сырья в 2020 г. почти вдвое, до 2,3 млн т/год диоксида титана.

Однако самый быстрый рост производства ожидается в Австралии, где в 2018–2019 гг. ожидается ввод в эксплуатацию добывающих предприятий на трех магматогенных и десяти россыпных объектах. В случае выполнения этих планов в 2023 г. добыча диоксида титана в Австралии вырастет почти в шесть раз, с 1,045 млн т в 2015 г. до 6,03 млн т. Однако уже к 2027 г. за счет истощения запасов четырех планируемых к разработке месторождений добыча сократится до 4,74 млн т, что не помешает стране оставаться вторым после Китая мировым продуцентом титанового сырья.

В России из недр извлекается значительное количество диоксида титана — в 2015 г. добыто 653 тыс. т, что составило около 6% мировой добычи. Однако более половины его (344 тыс. т в 2015 г.) добывается на апатит-

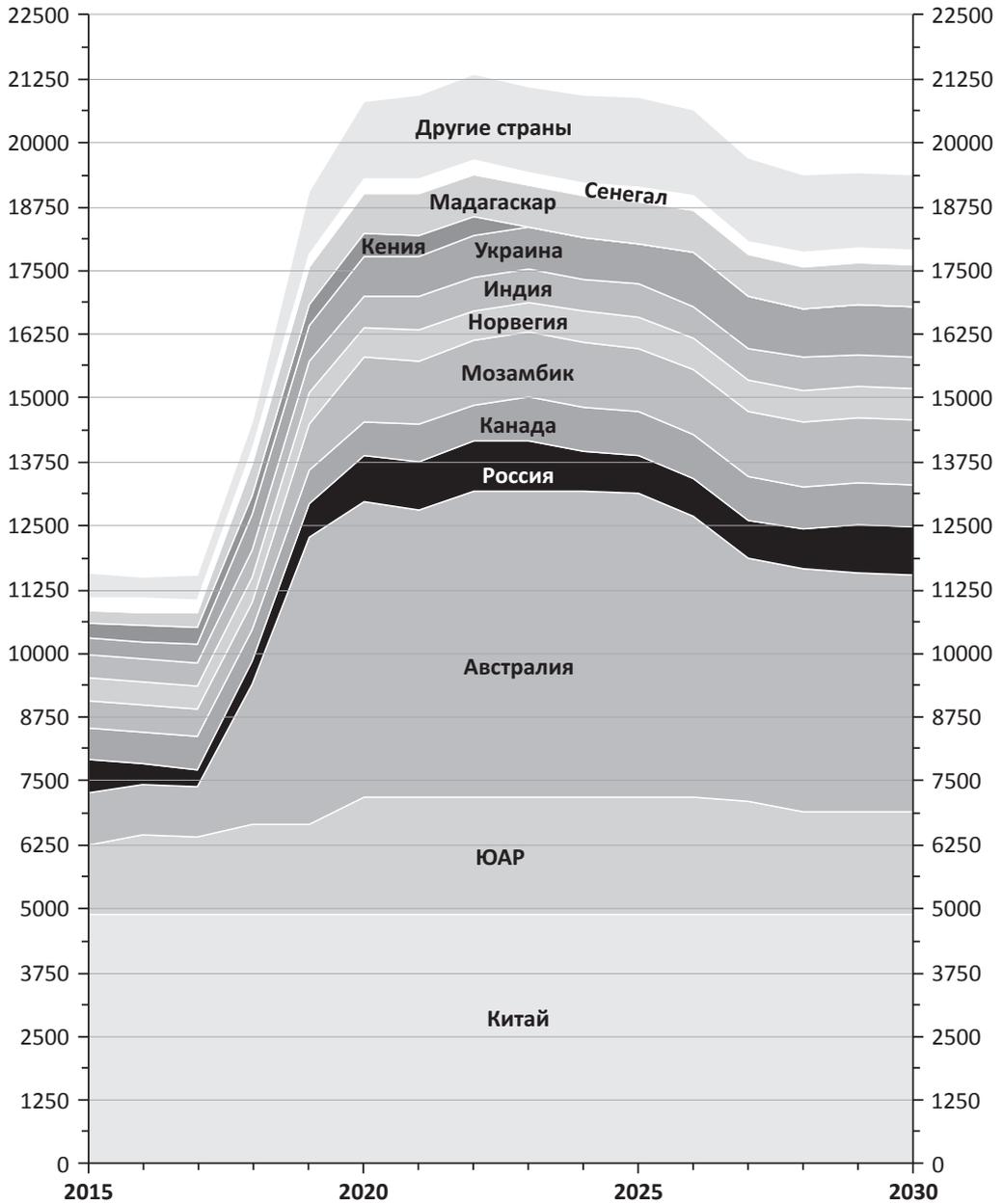


Рис. 12.3. Прогноз добычи диоксида титана на основе ресурсов ведущих стран-производителей в 2015–2030 гг., тыс. т

нефелиновых месторождениях Хибинской группы, где титан играет роль попутного компонента и не извлекается из руд. Остальная часть добычи титана приходилась главным образом на Куранахское ильменит-титаномагнетитовое месторождение в Амурской области, но в 2016–2017 гг. его эксплуатация была приостановлена из-за низких цен на железорудный и ильменитовый концентраты. Возобновление добычи на нем ожидалось не ранее 2018 г.; в этом случае его запасы будут выработаны в 2024 г.

В стране реализуется ряд проектов освоения месторождений с запасами титана. На 2020 г. планируется ввод в эксплуатацию аналогичного Куранахскому, но более крупного месторождения Большой Сэйим, также в Амурской области, в 2019–2020 гг. предполагается вывод на промышленную добычу Туганского (Томская область), в 2021 г. — ввод в эксплуатацию Центрального (Тамбовская область) россыпных месторождений. Выполнение этих планов позволит увеличить к 2023 г. добычу диоксида титана в стране в полтора раза, до 980 тыс. т.

В Канаде разрабатывается крупное магматогенное месторождение в габброидах Лак-Тио, обеспечивающее около 5% мирового выпуска титанового сырья. Перспективы наращивания добычи связываются с освоением группы богатых по содержанию диоксида титана магматогенных месторождений группы Ла-Блаш, годовая мощность первой очереди проектируемого здесь рудника составит 27 тыс. т, а к 2023 г. она превысит 200 тыс. т диоксида титана [3; 4].

Мозамбик, Норвегия и Индия имеют примерно равные доли, обеспечивая каждая примерно по 4% мировой добычи титана.

Разработка гигантской современной морской донной россыпи Намалопе из группы Мома в Мозамбике позволяет стране занимать заметное место среди продуцентов титанового сырья [35]. Роль ее может в ближайшее время стать более значимой, если будут реализованы планы по освоению магматогенных объектов группы Масамба, где ежегодно планируется добывать 375 тыс. т диоксида титана [6], и месторождения Жангамо (Jangamo) из группы Мутамба (Mutamba) на побережье Индийского океана, на котором запроектировано добывающее предприятие мощностью 350 тыс. т диоксида титана в год [53]. Реализация этих планов позволит стране занять к началу следующего десятилетия четвертое место среди ведущих мировых продуцентов.

В Норвегии разрабатывается гигантское магматогенное месторождение Телльнес с богатыми гемойльменитовыми рудами. В 2019 г. предполагается ввод в эксплуатацию метаморфогенного рутилового месторождения Энгебофьеллет, что позволит добывать дополнительно около 150 тыс. т/год диоксида титана [47].

Индия эксплуатирует современные прибрежно-морские россыпи на побережье Индийского океана; среди них — гигантские Чартапур и Чавара и крупное Шрикурмам. В 2015 г. в стране добыто около 450 тыс. т диоксида титана. Нарращивание добычи планируется на действующих предприятиях на месторождениях Чартапур и Чавара [32].

Украина, на которую приходится 3% мировой добычи титана, разрабатывает Малышевское месторождение, представляющее собой погребенную россыпь, запасы которой будут исчерпаны к 2019 г., а также континентальные россыпи Бизрулевского, Валки-Гацковского и Междуреченского месторождений, запасы последнего должны были быть отработаны в 2027 г. Подготавливаются к эксплуатации погребенные россыпи Волчанского месторождения и Матроновско-Анновского участка. Значительно усилить свою позицию Украина сможет в случае успешного освоения магматического Стремигородского месторождения, связанного с габброидами. На нем планировалось добывать 260 тыс. т, а после завершения второй очереди — 520 тыс. т диоксида титана ежегодно [27].

Рудник годовой производительностью немногим более 200 тыс. т диоксида титана запроектирован на гигантском россыпном месторождении Ранубе в Мадагаскаре [63]. Рост добычи титанового сырья возможен в Казахстане, где осваивается магматическое ильменит-титаномагнетитовое месторождение Тымлай [34]. Новыми продуцентами в 2019 г. могли стать Чили, где планируется разработка гидротермально-метасоматического месторождения Серро-Бланко [12], и Финляндия, где осваиваются магматическое месторождение в габброидах Муставаара [43] и метаморфогенное Отанмяки [48], а в 2020 г. — Перу, где ведется освоение россыпного месторождения Гвадалупито (Guadalupito) [38].

В то же время из числа продуцентов титана может выпасть Бразилия, где в 2028 г. будут исчерпаны ресурсы мелкого россыпного месторождения Матарака (Mataraca), и, возможно, Кения, если австралийская компания *Base Resources Ltd*, разрабатывающая россыпное месторождение Квале, не сможет нарастить его ресурсы за счет флангов и соседних участков, где она ведет геологоразведочные работы.

Таким образом, в случае реализации имеющихся проектов освоения новых месторождений список стран-продуцентов титанового сырья к 2030 г. может претерпеть изменения: доля Китая может снизиться с более чем 40% мировой добычи до четверти и он перестанет быть безусловным лидером, поскольку у него появится мощный конкурент — Австралия. Суммарно эти две страны смогут обеспечить практически половину мирового выпуска титана. Еще около четвертой части этого сырья будет извлекаться из недр ЮАР, Мозамбика и Украины.

Прогноз добычи титана горными компаниями до 2030 г.

В мировой горнорудной промышленности на титановых месторождениях работает не менее 60 компаний, половина из них осуществляет добычу руды и производство концентратов, остальные ведут подготовку месторождений титана к эксплуатации. При этом основную часть извлеченного из недр в мире титана добывают восемь компаний-производителей титановых концентратов, в 2015 г. на их долю пришлось 80% добытого сырья (рис. 12.4), причем 42% обеспечила единственная компания — китайская *Pangang Group Titanium Industry Corp Ltd*. Еще чуть менее 40% титанового сырья суммарно добывают транснациональная корпорация *Rio Tinto plc*, компания из Саудовской Аравии *National Titanium Dioxide Company Ltd*, южноафриканская *Exxaro Resources Ltd*, ирландская *Kenmare Resources plc*, две компании из США, *Tronox Inc* и *Kronos Worldwide Inc.* и австралийская *Base Resources Ltd*.

Pangang Group Titanium Industry Corp Ltd ведет добычу на гигантском коренном ильменит-титаномагнетитовом месторождении Паньчжихуа в провинции Сычуань, выпуская железорудный концентрат и, попутно, ильменитовый концентрат из хвостов мокрой сепарации. В 2013 г. компания добыла 4,865 млн т диоксида титана в руде и выпустила 555,8 тыс. т ильменитового концентрата [40], в 2015 г. — 481,5 тыс. т ильменитового концентрата. Ресурсы месторождения позволят сохранить нынешний уровень производства по крайней мере ещё на 30 лет.

Транснациональная корпорация *Rio Tinto plc* добывает титан как из коренных, так и из россыпных месторождений в разных странах мира. В Канаде компания разрабатывает крупное коренное месторождение богатых гематитовых руд Лак-Тио, в ЮАР — месторождение прибрежно-морских дюнных россыпей Зулти-Норт из гигантской группы Ричардс-Бей, в Мадагаскаре — прибрежно-морских палеороссыпей группы Тулагнару. Запасы месторождения Лак-Тио позволяют разрабатывать его ещё в течение 50 лет, запасы месторождений группы Тулагнару достаточны для обеспечения нынешнего уровня добычи в течение 20 лет, а с учетом ресурсов добыча может продлиться в течение 55 лет [52]. В ЮАР компания подготавливает к освоению соседнее месторождение Зулти-Саут (*Zulti South*), что позволит продлить эксплуатацию рудника ещё на 20 лет [52].

Ирландская компания *Kenmare Resources plc* разрабатывает прибрежно-морскую дюнную россыпь Намалопе из группы Мома в Мозамбике. В 2015 г. из песков месторождения получено 763,5 тыс. т ильменитового и 6 тыс. т рутилового концентрата. Запасы месторождения Намалопе могут обеспечить

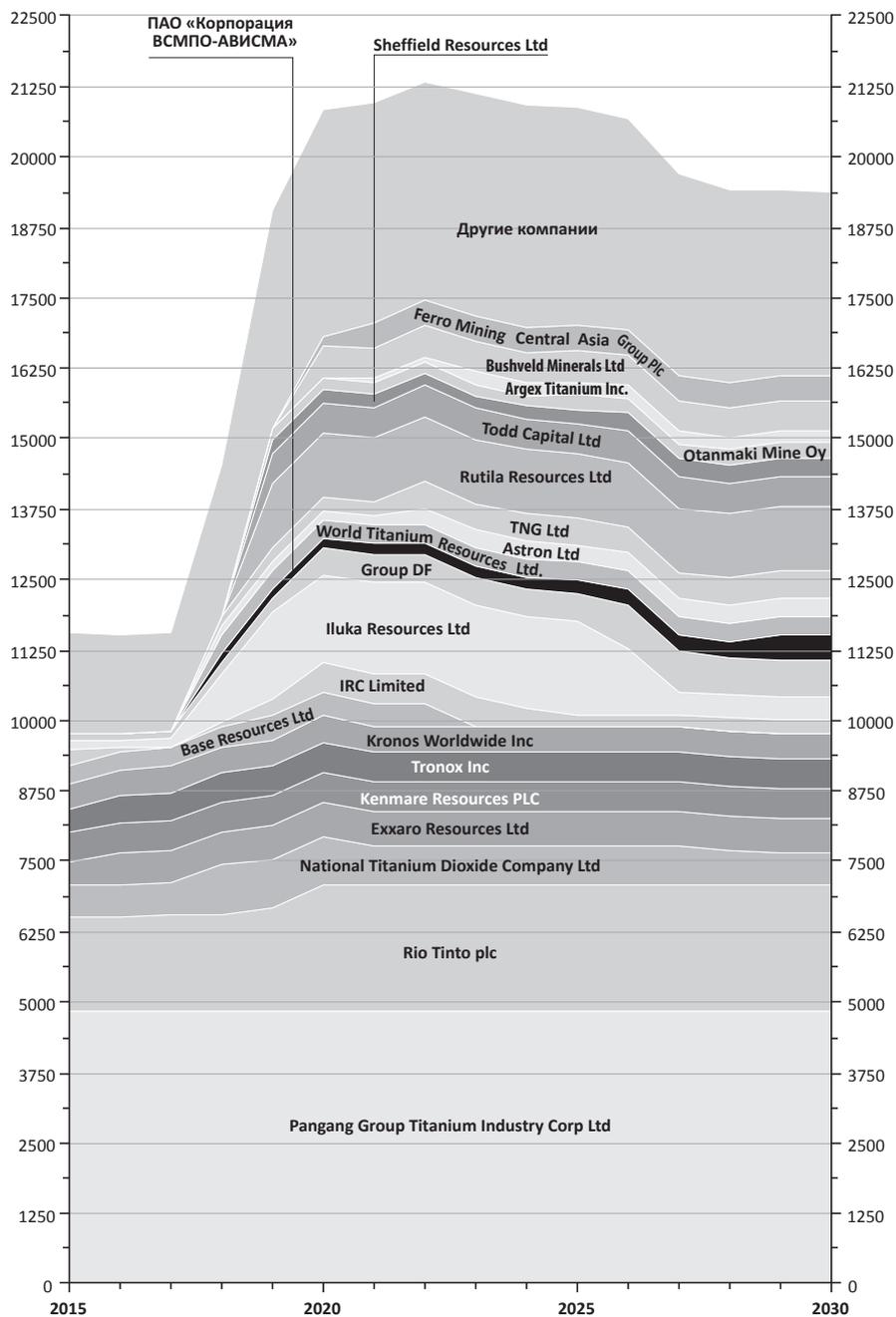


Рис. 12.4. Прогноз добычи диоксида титана на основе ресурсов, находящихся в распоряжении добывающих компаний, в 2015–2030 гг., тыс. т

его эксплуатацию в течение 9 лет, запасы всех месторождений группы Мома, также принадлежащих компании, — в течение 45 лет, а с учетом ресурсов срок их эксплуатации может составить 190 лет [35].

Компания из Саудовской Аравии *National Titanium Dioxide Company Ltd (Cristal Mining)* ведет разработку прибрежно-морских россыпей в Австралии и Бразилии. В Австралии в россыпной провинции Муррей-Бейсин компания разрабатывает два рядом расположенных месторождения Гинкго (Ginkgo) (с 2005 г.) и Снаппер (Snapper) (с 2010 г.) Эксплуатация месторождения Гинкго могла закончиться в 2017 г., ресурсов месторождения Снаппер хватит ещё на пять лет. Компания подготавливает к эксплуатации два месторождения в той же россыпной провинции — Атлас (Atlas) и Камасп (Camraspe). Мелкое, но богатое месторождение Атлас планировалось разрабатывать в течение трех лет, с 2018 г. по 2020 г., среднее по масштабу Камасп — с 2021 г. по 2037 г. [19]. В Западно-Австралийской россыпной провинции компания разрабатывает с 2013 г. мелкое месторождение Уоннерап (Wonnerup) и подготавливает к разработке соседнее месторождение Уоннерап-Норт (Wonnerup-North) [20]. Срок отработки каждого из месторождений составляет 5 лет. В Бразилии *Cristal Mining* эксплуатирует мелкое россыпное месторождение Матарака.

Kronos Worldwide Inc. эксплуатирует гигантское коренное месторождение богатых гематитовых руд Телльнес в Норвегии, где в 2014 г. получено 740 тыс. т ильменитового концентрата [60]. Запасы титана месторождения достаточны для его разработки с текущей производительностью в течение по крайней мере 50 лет.

Южноафриканская компания *Exxaro Resources Ltd* и компания *Tronox Inc.*, США, совместно разрабатывают россыпные месторождения в Австралии и ЮАР. В Западно-Австралийской россыпной провинции компаниями эксплуатируется среднее по масштабу месторождение Кулджарлу (Cooljarloo), запасы которого смогут обеспечить его эксплуатацию на современном уровне в течение 15 лет [24]. Подготавливаемое к эксплуатации месторождение Кулджарлу-Уэст (Cooljarloo West), являющееся продолжением месторождения Кулджарлу, позволит продлить срок эксплуатации рудника ещё на 7 лет [57]. В 2018 г. компания планирует ввести в эксплуатацию австралийское месторождение Донгара (Dongara).

В ЮАР компании *Exxaro Resources* и компания *Tronox* разрабатывают две современные прибрежно-морские россыпи. Гигантское месторождение Бранд-се-Бай на западном побережье страны позволяет вести добычу на текущем уровне в течение по крайней мере 30 лет. На восточном побережье ЮАР компании запустили в конце 2015 г. новый рудник Фэрбриз взамен

выбывшего из эксплуатации в 2014 г. рудника Хиллендейл. Рудник Фэрбриз рассчитан на 13 лет эксплуатации и сможет ежегодно производить 500 тыс. т ильменитового концентрата [58].

Австралийская *Base Resources Ltd* с 2013 г. ведет разработку современной прибрежно-морской россыпи Квале в Кении. В 2016 г. на месторождении было получено 455,9 тыс. т ильменитового концентрата сульфатного сорта, 85,7 тыс. т рутилового и 31,4 тыс. т цирконового концентратов [7]. С 2018 г. компания планировала увеличить производительность добычных работ с 1800 т/ч до 2400 т/ч, что позволит ей выпускать ежегодно до 414 тыс. т ильменитового, 93 тыс. т рутилового и 34 тыс. т цирконового концентратов из оставшихся бедных руд. При этом срок эксплуатации рудника сократится на 2 года и закончится в 2022 г. [8]. Компания ведет геологоразведочные работы на флангах месторождения и новых участках [9], намереваясь в дальнейшем подготовить их к эксплуатации.

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ ТИТАНА НА ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ И ОСВАИВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ДО 2030 г.

Резкий рост потребления титановых концентратов после кризиса 2008–2009 годов, главным образом в Китае, способствовал подъему цен на них, которые достигли пиковых величин к середине 2012 г. (рис. 12.5). Это позволило активизировать геологоразведочные и подготовительные работы на россыпных месторождениях титана, главным образом, в Австралии. В 2011–2013 гг. был отмечен значительный прирост мощностей по добыче сырья: компания *Iluka Resources* ввела в эксплуатацию месторождение Тутунап-Саут (Tutunup South) и возобновила эксплуатацию рудника Энибба, *Bemax Resources* начала обрабатывать месторождение Снаппер в россыпной провинции Муррей-Бейсин, *Matilda Zircon* — месторождение Летбридж-Саут (Lethbridge South) на о. Меллвил у северного побережья Австралии.

Австралийские компании заметно активизировались и на африканском континенте: *Mineral Deposits Ltd.* в 2011 г. приступила к строительству рудника Гранд-Кот (Grand Cote) в Сенегале и спустя три года начала дражную разработку россыпей, *Base Resources* в октябре 2013 г. запустила в эксплуатацию рудник Квале в Кении, в декабре 2013 г. *Mineral Commodities* ввела в эксплуатацию рудник Тормин (Tormin) в ЮАР.

Однако в середине 2013 г. из-за замедления китайской экономики последовал обвал спроса, заставивший крупных производителей титанового сырья начать сокращение производственных мощностей. В Австралии

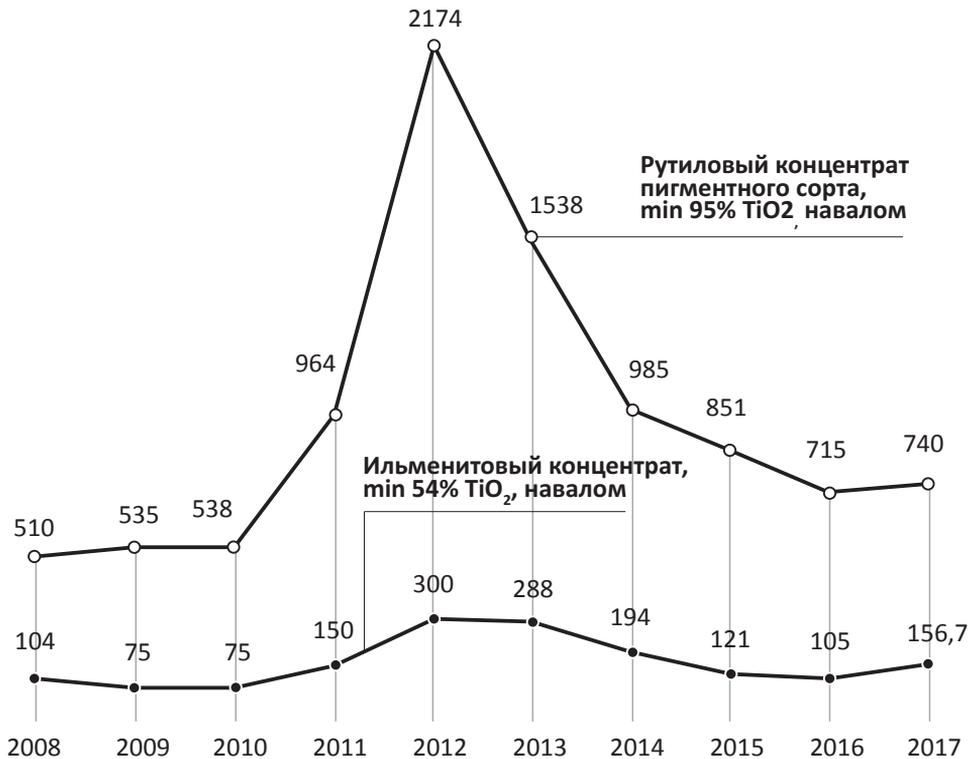


Рис. 12.5. Динамика среднегодовых цен на ильменитовый и рутиловый концентраты производителей Австралии в 2008–2017 гг., долл./т

компания *Iluka Resources* сократила наполовину мощности обогатительных фабрик, остановила работу рудников Энибба и Джасинт (*Jacinth*) и завершила эксплуатацию россыпей Вурнак-Роунак-Пирро (*Woornack-Rownnack-Pirro*) [30], *Murray Zircon Pty Ltd* законсервировала в 2015 г. эксплуатацию россыпи Миндари (*Mindarie*) [42]. Корпорация *Rio Tinto* сократила количество действующих печей по производству титанового шлака в Канаде и ЮАР. В начале 2016 г. остановлен российский Олекминский рудник, разрабатывавший Куранахское месторождение [33]. В результате в 2016 г. произошло сокращение добычи титана примерно на 0,5% по сравнению с предыдущим годом.

Тем не менее, отдельные компании продолжали запускать новые проекты: в четвертом квартале 2015 г. австралийская *MZI Resources* ввела в эксплуатацию россыпное месторождение Кисбрук (*Keysbrook*), *Tronox* совместно с *Exxaro Resources* — месторождение Фэрбриз в ЮАР, в мае 2016 г. *Sierra Rutile* ввела в эксплуатацию рудник Гангама в Сьерра-Леоне.

К концу 2016 г. стало отмечаться оживление рынка титановых концентратов. Стимулирующее воздействие на него оказало сокращение производства ильменитового концентрата в Китае. Его получают попутно при добыче железной руды, которая дешеветь из-за избытка предложения на рынке, и предприятия железорудного сектора вынуждены были сокращать объемы добычи, что привело к снижению поставок ильменитового концентрата. По данным аналитической компании *TZMI Resources* избыточное предложение титанового сырья, имевшее место в 2014–2015 гг., к концу 2016 г. сменилось дефицитом в объеме 565 тыс. т TiO_2 [41], что вызвало рост цен. Результатом этого стало наращивание производства уже в 2017 г.: компания *Base Resources* нарастила добычу на месторождении Квале в Кении [10], в декабре 2017 г. *Puka Resources* возобновила эксплуатацию рудника Джасинт в Австралии [28], добыча на руднике Мома в Мозамбике компании *Kenmare Resources* оказалась рекордной [36], выросла она также на месторождении Тулагнару в Мадагаскаре и Междуреченском в Украине. Ожидается, что эта тенденция сохранится не менее чем до 2021 г., в результате чего добыча на разрабатываемых объектах может вырасти примерно на 8% по сравнению с 2015 г.

Однако в дальнейшем из-за истощения запасов ряда объектов (магматогенного Куранахского в России, россыпных кенийского Квале, украинского Малышевского, южноафриканского Тормин (Tormin), казахского Шокаш, Мишен в США) ожидается ее постепенное снижение до текущего уровня.

При этом в мире ведется освоение огромного числа новых месторождений титана. При условии их реализации добыча титана из недр может вырасти уже в начале следующего десятилетия более чем на 9 млн т ежегодно, что означает прирост производства на 75% относительно уровня 2015 г. Причем большая часть проектов находится на наиболее продвинутой стадии технико-экономической оценки (feasibility study), вероятность успешного завершения их велика. Среди них девять проектов нацелены на освоение коренных месторождений и восемнадцать — россыпных. Их реализация может означать создание дополнительных мощностей по добыче титанового сырья в количестве 7,2 млн т ежегодно (рис. 12.6).

Проектов, находящихся на более ранних стадиях развития (prefeasibility study и scoring study), значительно меньше, роль их, вероятно, будет незначительной.

Таким образом, в случае своевременной реализации планов компаний по расширению мощностей на действующих предприятиях и созданию новых на осваиваемых месторождениях, мировая добыча титана могла бы вырасти к 2022 г. на 80%. Наиболее активный рост добычи прогнозировался в 2018–2020 гг. Однако многочисленные риски снижают вероятность вы-

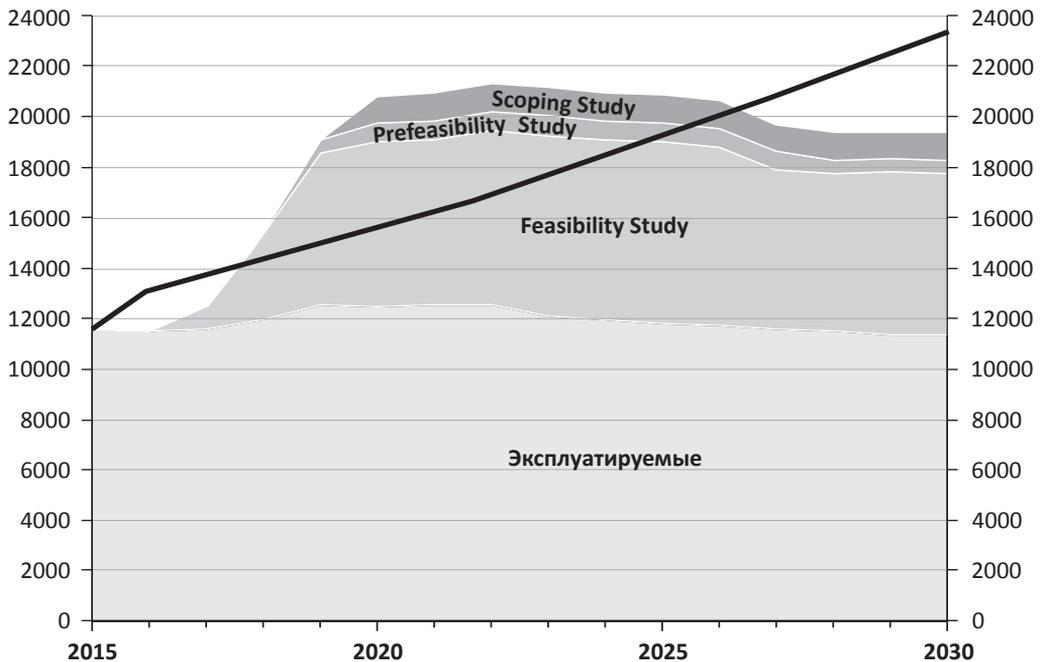


Рис. 12.6. Прогноз потребления диоксида титана и его добычи на основе ресурсов эксплуатируемых и осваиваемых месторождений в 2015–2030 гг., тыс. т

полнения планов компаний. Так, уже в середине 2017 г. стало известно об административном запрете на отчуждение земель под строительство ГОКа на Стремигородском месторождении в Украине, об отказе компании *IRC Limited* (дочерняя ООО «Петропавловск-Черная Металлургия») от дальнейшей эксплуатации Куранахского месторождения в Амурской области. Это означает, что дефицит титана на рынке может сохраниться еще в течение некоторого времени, что может поддержать рост цен на титановое сырье. Это, в свою очередь, послужит фактором, способствующим реализации проектов освоения новых месторождений и может создать избыток предложения титанового сырья на мировом рынке, что вновь окажет давление на цены.

Прогноз существенного роста добычи титанового сырья, особенно с учетом доли в нем россыпных месторождений с низкой себестоимостью эксплуатации, сужает возможности ввода в освоение российских титановых объектов, которые являются высокзатратными, поскольку отличаются несколько худшими качественными и горнотехническими характеристиками, а зачастую расположены в слабоосвоенных районах и требуют значительных инвестиций для создания транспортной и иной инфраструктуры.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ:

1. America-Uzbekistan Chamber of Commerce. State Committee of the Republic of Uzbekistan on Geology and Mineral Resources. Opportunity for the Projects Implementation in the Mining Field of the Republic of Uzbekistan. 2012
2. AMR Mineral Metal Inc. Technical Report on the Aksu Diamas Rare Earth Element and minor Metals, Isparta District, SouthWest Turkey. 06.05.2013
3. Argex Mining Inc. Preliminary Economic Assessment on the La Blache Fe-Ti-V Project. 12.12.2011
4. Argex Titanium Inc. News. Argex announces positive results of its Feasibility Study for Titanium dioxide industrial project. 09.10.2013
5. Australian Government. Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources as at December 2015. 2016
6. Baobab Resources. Tete Steel Project. Establishing Mazambique's Steel Industry. 2016, May
7. Base Resources Limited. Annual Report 2016. 20.10.2016
8. Base Resources. Announcements. Board approves Kwale Phase 2 mine optimisation project to deliver enhanced economics. 23.05.2017
9. Base Resources. Market Releases. Quarterly Activities Report — March 2017. 12.04.2017
10. Base Resources. Quarterly Activities Report-December 2017. 11.01.2018
11. Beowulf Mining plc. Ruotevare & Kallak Iron Ore Projects. Conceptual Study for Beowulf plc. 30.03.2010
12. Born2Invest. White Mountain Titanium Investor Report. 20.03.2015
13. British Geological Survey. Mineral potential of Malawi. 2009
14. British Geological Survey. World Mineral Production 2011–2015. 2017
15. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). DERA Rohstoffinformationen 21. Investor's and Procurement Guide South Africa. Part 1: Heavy Minerals, Rare Earth Elements, Antimony. 2014, March
16. Bushveld Minerals. Projects. P-Q Iron Ore and Titanium Project. 2016
17. China Geological Survey. China Mineral Resources 2016. 16.02.2017
18. China Vanadium Titano-Magnetite Mining Company Limited. Annual Report 2016. 2017, April
19. Cristal. Company Overview. Projects. Atlas Campaspe Mine, Murray Basin. 2016, April.
20. Cristal. Operations. Wonnerup Mine, Western Australia. 2015
21. DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral). Anuário Mineral Brasileiro 2010. Completo. 2012
22. DNPM (Departamento Nacional de Producao Mineral). Sumario Mineral 2015. 2016
23. Exploration-consultant.com. North Korea Mineral Deposits. 2007
24. Exxaro. 2015 Consolidated Mineral Resources and Ore Reserves Report. 2016, April
25. Fox-Davies. Cameroon Rutile Ltd. Initiating Coverage. Mining. 13.07.2012
26. Government of Jamaica. Ministry of Energy and Mining. The National Minerals Policy: Fostering Sustainability in Jamaica s Minerals Industry. 2011, June
27. Group DF. Новости. ТИТАНОВЫЙ бизнес Group DF начал проектирование и подготовку ТЭО проекта «Стремигородский ГОК». 09.04.2015

28. Iluka. Announcements. Iluka Quarterly Report December 2017. 29.01.2018
29. Iluka. Announcements. Updated Mineral Resource & Ore Reserve Statement. 21.02.2017.
30. Iluka. Annual Report 2016. 23.02.2017
31. Iluka. Mineral Sands Briefing Papers. Balranald Mineral Sands Project. 2012, March.
32. Indian Bureau of Mines. Indian Minerals Yearbook 2015. (Part III: Mineral Reviews). Ilmenite and Rutile. 2017, January
33. IRC Limited. Annual Report 2016. 2017, April
34. Kazinform-Международное Информационное Агентство. В Жамбылской области освают крупнейшее в стране титаномагнетитовое месторождение «Тымлай». 06.01.2016
35. Kenmare Resources plc. Annual Report 2016. 30.03.2017
36. Kenmare Resources plc. Press Releases. Q4 & FY2017 Trading Update & FY2018 Guidance. 11.01.2018
37. Latin Resources Limited. Projects. Guadalupito Andalusite and Minerals Sands Project — North Peru. 2017
38. Latin Resources Limited. Projects. Guadalupito Andalusite Project. 2013
39. Minería y Geología, Nos.1–2. Distribucion Fraccional de Las Arenas del Placer Lateral Marino de Playa Majias. 2004
40. Mining Bulletin. News. Pangang Group produced 555,8 thousand titanium concentrate in 2013. 14.01.2014
41. Mining Journal Online. Industrial Minerals. Mineral sands set for recovery. 10.01.2017
42. Murray Zircon. Media Releases. Mindarie Mineral Sands Project — Go-Forward Plans. 30.04.2015
43. Mustavaaran Kaivos Oy. Project Presentation. 2015, March
44. National Bureau of Statistics of China. China Statistical Yearbook 2016. Resources and Environment. 8–4 Ensured Reserves of Major Mineral. 2016
45. Natural Resources Canada. Mineral Deposits of Canada. Prospectivity of the Grenville Province: a perspective. 2006
46. Neometals. ASX Releases. Barrambie Pre-feasibility Study Results. 25.08.2015.
47. Nordic Mining. Annual report 2016. 2017, April
48. Otanmaki Mine Oy. Presentation. 2014, April.
49. Oxford Journal. Journal of Petrology. V.46, № 11. Geochemistry, Petrogenesis and Metallogensis of the Panzhihua Gabbroic Layered Intrusion and Associated Fe-Ti-V Oxide Deposits, Sichuan Province, SW China. 2005, November
50. Polish Geological Institute. Mineral Resources of Poland. Titanium. 2007
51. PR Newswire. White Mountain Supplement to Updated NI 43–101 Geological Report and Mineral Resource Estimate for the Cerro Blanco Project. 03.07.2013
52. Rio Tinto. Annual report 2016. 2017
53. Savannah Resources Plc. News. Completion of Mutamba Mineral Sands Project Scoping Study. 30.05.2017
54. Strandline Resources Limited. Annual Report for the year ended 30 June 2016. 2016, October
55. Strandline Resources Ltd. ASX Announcements. Significant CAPEX and OPEX Reductions for Coburn HMS Project. 09.02.2015
56. TNG Limited. ASX Announcements. Mount Peake Feasibility Results. 31.07.2015
57. Tronox Limited. SEC Filings. Annual Report for the Year ended December 31, 2015. 2016, April
58. Tronox. Press Releases. Tronox Reports Fourth Quarter 2015 Financial Results. 23.02.2016

59. TZMI. Feature. Prospecting pioneer takes on Paraguay. 2012, May
60. USGS. 2014 Minerals Yearbook, Titanium (advance release). 2016, August
61. Vinacomin. News. The titanium industry overcomes difficulties. 25.08.2014
62. World Metal Statistics Yearbook 2016. 2016
63. World Titane Holdings. Toliara Sands Project. 2017, February.

Au



ЗОЛОТО

Анализ добычных возможностей эксплуатируемых и осваиваемых месторождений золота мира базируется на информации о запасах, ресурсах, добыче и проектных мощностях по добыче более чем 1600 коренных месторождений (реже — групп месторождений). Сюда вошла подавляющая часть собственно золоторудных месторождений мира, в том числе практически все гигантские, крупные и большая часть средних по масштабу объектов, а также значительная часть комплексных месторождений с попутным золотом. Среди российских учтены все коренные и комплексные объекты с запасами золота, фигурирующие в Государственном балансе запасов полезных ископаемых Российской Федерации. Россыпные месторождения золота, в том числе российские, не рассматривались, так как их отработка, как правило, ведется старательским способом или мелкими непубличными компаниями, информация о деятельности которых недоступна.

Объекты с запасами и ресурсами золота, участвовавшие в анализе, обеспечили в 2015 г. добычу металла в количестве 2,2 тыс. т. В то же время, по данным *Thomson Reuters, Gold Fields Mineral Services Ltd. (GFMS)* [24], в мире в 2015 г. было добыто 3,1 тыс. т золота. Таким образом, в обзоре использованы данные о месторождениях, дающих более 70% мировой добычи. Некоторая неполнота данных связана с отсутствием достаточной количественной информации о запасах, ресурсах и добыче на месторождениях Китая, обеспечивающего около 15% мировой добычи золота, а также о проектах освоения месторождений в этой стране. Значительная часть добычи и производства золота в Китае контролируется государственной компанией *China National Gold Group Corporation (CNGGC)*, не публикующей данные о своей деятельности в открытом доступе. Месторождения, по которым имеются достоверные данные, производят менее четверти золота Китая. В связи с этим в ряде случаев для анализа использованы статистические данные по запасам, ресурсам и добыче золота в стране в целом.

Основным источником золота в мире служат коренные собственно золоторудные месторождения, важную роль играют также месторождения комплексных руд, в которых золото присутствует в качестве попутного компонента. Значение россыпей в мире постоянно сокращается, хотя в России, Китае и странах Южной Америки их отработка обеспечивает значимую часть добычи драгоценного металла.

Примерно 95% золота извлекается из недр на месторождениях, принадлежащих восьми важнейшим геолого-промышленным типам. В их числе:

- месторождения золото-серебряных и золото-теллуридных руд, приуроченные к вулcano-тектоническим структурам, на долю которых приходится примерно 23% мировой добычи золота;
- месторождения золото-сульфидно-кварцевых руд в зеленокаменных поясах древних щитов (21%);
- месторождения золото-сульфидно-кварцевых руд в углеродсодержащих песчано-сланцевых толщах складчатых систем (16%);
- золотосодержащие медно-порфиновые месторождения, главным компонентом которых является медь (11%);
- месторождения золото-полисульфидных джаспероидных руд в терригенно-карбонатных породах (карлинский тип); их доля составляет 9%;
- месторождения золотоносных конгломератов (7%);
- месторождения золото-полисульфидных руд, приуроченных к интрузивным телам (5%);
- россыпные месторождения (около 3%).

Другие геолого-промышленные типы месторождений, в том числе комплексных, где золото выступает в качестве попутного компонента (колчеданно-полиметаллические, сульфидные медно-никелевые и др.), обеспечивают не более 5% золота, добываемого в мире.

Золото-серебряные и золото-теллуридные месторождения вулканоплутонических поясов пространственно и генетически связаны с вулканитами преимущественно кислого и среднего состава, нередко представленными гипабиссальными и жерловыми телами. Масштаб их различен — от мелких до гигантских. Оруденение отличается относительно небольшим вертикальным размахом, обычно не превышающим 500–800 м. Рудные тела (жилы, жильные зоны) приурочены к радиальным и кольцевым системам разломов и оперяющим их трещинам и сопровождаются аргиллизацией, низкотемпературным окварцеванием и другими изменениями. Золото низкопробное, видимое, мелкое и очень мелкое (0,05–0,1 мм), часто встречается электрум. Содержание золота варьирует от 0,7 до 20 г/т и более, распределение его крайне неоднородно. Руды имеют сложный минеральный состав; обычно присутствие самородного серебра и аргентита. Среди жильных минералов наряду с кварцем присутствуют халцедон, адуляр и карбонаты.

Объекты этого типа широко распространены в поясе Анд-Кордильер (Янакоча (Yanacocha) в Перу, Паскуа-Лама (Pascua-Lama) в Чили), Охотско-Чукотском поясе в России (Купол, Родниковое, Многовершинное и др.), других окраинно-континентальных вулканических поясах (Рейни-Ривер (Rainy River) в Канаде, Пуэбло-Вьехо (Pueblo Viejo) в Доминиканской Республике, Лихир (Lihir) в Папуа-Новая Гвинея и др.). Крупнейшим разрабатываемым месторождением является Янакоча в Перу; его ресурсы (measured+indicated+inferred resources) превышают 3,9 тыс. т золота при среднем содержании золота в руде 0,7 г/т [17].

Месторождения золото-сульфидно-кварцевых руд в зеленокаменных поясах древних щитов залегают среди метаморфизованных вулканитов основного, реже ультраосновного или среднего состава с прослоями терригенных пород (обычно кварцитов). Крупнейшие объекты этого типа контролируются мощными системами разломов. Оруденение отличается самым большим вертикальным размахом, на месторождениях Колар (Kolár) в Индии и Морру-Велью (Morro Velho) в Бразилии достигающим 3–3,5 км [2]. Рудные тела имеют форму жил и прожилковых зон и часто приурочены к участкам дробления и расщепления в смятых в складки метавулканитах. Мощность жил и прожилковых зон изменчива, на месторождении Колар мощность жил достигает 1–1,5 м. Руды простого состава, жилы и прожилки выполнены кварцем, обычно с небольшим количеством сульфидов. Золото высокопробное,

образует сравнительно крупные (до 3–5 мм) включения в кварце. Содержание золота в рудах обычно варьирует от 1 до 5 г/т, в богатых рудах месторождения Колар оно достигало 15,5 г/т. Околорудные изменения проявлены слабо.

Вследствие многолетней активной эксплуатации многие месторождения этого геолого-промышленного типа — Колар в Индии, Дом (Dome) в Канаде, ряд месторождений среднего масштаба в Западной Австралии — полностью отработаны.

Среди подготавливаемых к эксплуатации крупнейшим является месторождение Лас-Кристинас (Las Cristinas) на юге Венесуэлы; его ресурсы превышают тысячу тонн золота при среднем содержании в руде 1,1 г/т [18]. Запасами в количестве более 100 т обладают месторождения Боддингтон (Boddington) в Австралии, Детур-Лейк (Detour Lake) в Канаде, Гейта (Geita) в Танзании, Тропикана (Tropicana) в Австралии и др.

Месторождения золото-кварц-сульфидных руд в углеродсодержащих песчано-сланцевых породах локализуются во внутриконтинентальных складчатых поясах. Месторождения характеризуются различным масштабом оруденения, от гигантских до мелких. Рудные тела представлены зонами прожилково-вкрапленных руд, нередко — линейными штокверками, тяготеющими к участкам пересечения зон рассланцевания вмещающих черносланцевых толщ с поперечными разрывами. Протяженность зон — первые километры, мощность — десятки-сотни метров. Вертикальный размах оруденения — до 1000–1500 м. Околорудные изменения проявлены в виде серицитизации, хлоритизации и графитизации. Руды по большей части бедные, содержание золота варьирует от 0,8 до 7 г/т. По минеральному составу руды подразделяются на золото-кварцевые, золото-кварц-сульфидные и золото-(арсенопирит)-сульфидные. Золото-кварцевыми рудами сложено гигантское месторождение Мурунтау в Узбекистане с ресурсами, достигающими 1,5 тыс. т [31]. Золото-кварц-сульфидные руды характерны еще для одного гиганта, месторождения Сухой Лог в России (около 2 тыс. т); золото в них преимущественно мелкое (0,1–0,14 мм), образует тонкие включения в пирите. Золото-(арсенопирит)-сульфидными рудами сложены крупные российские месторождения Олимпиадинское и Майское, а также многие зарубежные объекты — Ашанти (Ashanti) в Гане и др. Они, как правило, труднообогатимы; основная часть золота представлена тонкодисперсными включениями в арсенопирите, реже — в пирите.

Золотосодержащие меднопорфировые месторождения связаны с крупными многофазными интрузивами гранитоидов, преимущественно в вулканоплутонических поясах. Они, как правило, характеризуются крупным масштабом оруденения и низкими содержаниями золота, нередко

гигантские объекты (Грасберг (Grasberg) в Индонезии, Ую-Толгой (Ouu Tolgoi) в Монголии, Кейдия-Ист (Cadia East) в Австралии и др.). Длительность жизни рудников на этих месторождениях может превышать 50 лет. Рудные тела представляют собой штокверк, локализованный в основном в надинтузивной зоне, отчасти в верхних частях интрузивных тел, с подчиненной сульфидной вкрапленностью во вмещающих породах. Вертикальный размах оруденения достигает 1000 м. Руды кварцево-сульфидные; из рудных минералов преобладает пирит, в различных количествах встречаются халькопирит, борнит, сульфиды свинца и цинка. Содержание золота, в основном заключенного в сульфидах, невысоко и варьирует в среднем от 0,4 до 1 г/т; оно может играть роль как главного, так и попутного компонента наряду с медью и другими металлами.

Самым крупным разрабатываемым объектом этого типа является месторождение Грасберг в Индонезии, его ресурсы оцениваются в 1,9 тыс. т золота при среднем содержании драгоценного металла в руде 0,83 г/т [40]. В США разведано месторождение Пebbл (Pebble) с ресурсами в количестве более 1,3 тыс. т золота при его содержании в руде 0,3 г/т [36]. Гигантскими запасами обладают месторождения Кейдия-Ист в Австралии — 768 т [33], Ую-Толгой в Монголии (503 т) [42].

Месторождения золото-полисульфидных джаспероидных руд локализуются в обстановках пассивных континентальных окраин, в толщах углеродсодержащих карбонатных и глинисто-карбонатных пород, разбитых послонными и секущими рудовмещающими разрывами и рудоносными зонами дробления. Магматические проявления в пределах рудных полей чаще всего дорудные, либо не проявлены вовсе. Пластообразные рудные тела протяженностью до 600–800 м и мощностью до 150 м приурочены к зонам метасоматического изменения карбонатных пород, в основном, декарбонатизации и окремнения. Рудные тела не имеют четких границ и оконтуриваются только по данным опробования. Золото в рудах низкопробное, тонкодисперсное, содержится в сульфидах, преимущественно в пирите. Содержание золота в рудах может достигать 30 г/т, однако преобладают бедные руды, со средним содержанием золота 1,6–3,2 г/т. Распространены прожилки и вкрапленность пострудных низкотемпературных пирита и сульфидов сурьмы, мышьяка, ртути.

Масштаб месторождений этого типа варьирует от мелких до гигантских, самым значительным является эксплуатируемое месторождение Карлин (Carlin) в США с остаточными ресурсами (measured+indicated+inferred resources) в объеме примерно 600 т золота при среднем содержании его в рудах 1,2 г/т. К «карлинскому» типу относятся также месторождения Цзиньфын (Jinfeng) в Китае, Голдстрайк (Goldstrike) и Кортес (Cortez) в США и др.

Самые значительные *месторождения золотоносных конгломератов* сосредоточены в уникальном рудном районе Витватерсранд (Witwatersrand) в ЮАР. За более чем 100 лет эксплуатации из их недр извлечено более 40 тыс. т золота, остаточные запасы его оцениваются в 5 тыс. т золота. Оруденение в основном приурочено к метаморфизованным конгломератам нижнего протерозоя. Общая мощность рудоносной толщи Витватерсранд составляет около 8 км, она распространена в пределах полосы протяженностью около 450 км и шириной 25–50 км. Золотоносные горизонты представлены пачками рудоносных кварцевых конгломератов мощностью от нескольких дециметров до нескольких метров, с прослоями безрудных кварцитов. Золото, представленное обычно тонкозернистой вкрапленностью, содержится в сульфидах, главным образом, пирите, развитом преимущественно в кварцевом цементе конгломератов. Содержание золота в руде — 5–12 г/т, распределение его в рудоносных горизонтах неравномерно. Золото в рудах высокопробное (850–950). В качестве попутных элементов в рудах присутствуют уран, платина, серебро. Существенно меньший масштаб имеют месторождения в древних золотоносных конгломератах Жакобина (Jacobina) в Бразилии и Наллагайн (Nullagine) в Австралии.

Необходимо отметить значительно возросший с последнее время потенциал *месторождений золото-полисульфидных руд, приуроченных к интрузивным телам*. Объекты этого типа образуются в складчатых постройках различного возраста и избирательно локализируются в сравнительно хрупких геологических образованиях — малых интрузивах, поясах и сериях даек преимущественно кислого состава, прорывающих смятые в складки более пластичные толщи, как правило, терригенные породы песчаниково-глинисто-сланцевого, слюдисто-сланцевого или филлитового состава. Нередко вмещающими породами являются вулканогенно-осадочные образования и рассланцованные метавулканисты. Оруденение контролируется трещинными нарушениями, развивающимися в метасоматически измененных интрузивных телах. Вертикальный размах оруденения, как правило, невелик и составляет сотни метров, в связи с этим масштаб оруденения обуславливается, прежде всего, протяженностью дайковых серий и поясов, вмещающих оруденение. Штокверковые и прожилковые рудные тела протяженностью до 1,5–2 км имеют мощность до 15 м и более и залегают во вмещающих их интрузивах, нередко захватывая вмещающие породы. Прожилки имеют кварцевый или карбонатный состав с небольшим количеством сульфидов. Золото связано с сульфидами, главным образом, пиритом и арсенипиритом. Масштаб месторождений различен, лидером типа является гигантское осваиваемое золоторудное месторождение Донлин-

Крик (Donlin Creek) на полуострове Аляска в США, в котором разведано 1210 т золота с содержанием металла 2,7 г/т.

К этому типу относятся также крупные разрабатываемые месторождения Сукари (Sukari) в Египте с ресурсами около 340 т золота, Васильковское в Казахстане (до 430 т), Чармитан в Узбекистане (более 210 т). В США ведется освоение крупного месторождения Ливенгуд (Livengood) с ресурсами более 390 т золота.

Прогноз добычи золота на месторождениях ведущих геолого-промышленных типов до 2030 г.

Ведущее положение в мировой добыче золота занимают золото-серебряные месторождения в вулcano-плутонических поясах (рис. 13.1). Этот геолого-промышленный тип месторождений сохранит свою позицию и в ближайшие годы благодаря реализации крупных проектов освоения новых золото-серебряных месторождений в Канаде, Мексике, Перу, Чили, и др. Значимым событием стал ввод в 2012 г. в эксплуатацию месторождения Пуэбло-Вьехо в Доминиканской Республике, владельцами которого являются компании *Barrick Gold Corporation* (60%) и *Goldcorp. Inc.* (40%). Уже в 2014 г., спустя всего два года, рудник вышел на полную мощность — почти 30 т золота в год [12]. В Чили компания *Barrick Gold* планировала начать добычу на крупнейшем месторождении Паскуа-Лама еще в 2013 г., однако строительные работы на руднике были приостановлены; компания проводит оптимизацию эксплуатационных затрат и мероприятия по охране окружающей среды [11].

В 2016–2017 гг. ожидалось начало добычи на ряде крупных осваиваемых месторождений этого типа: Брюсджек (Brucejack), Блэкуотер (Blackwater) и Рейни-Ривер (Rainy River) в Канаде, где в совокупности планируется добывать до 45 т золота в год [32; 39], Рошия-Монтана (Rosia Montana) в Румынии и Эль-Лимон-Гуахес (El Limón-Guahes) в Мексике. Предполагалось, что это позволит к 2018 г. увеличить добычу драгоценного металла на золото-серебряных месторождениях примерно на 15%.

В дальнейшем истощение ресурсной базы некоторых ныне эксплуатируемых месторождений обусловит снижение добычи в целом — к 2030 г. она может сократиться на 15–20% относительно показателя 2015 г. Прежде всего будут отработаны запасы месторождений Веладеро (Veladero) в Аргентине, Госовонг (Gosovong) в Индонезии, Поргера (Porgera) в Папуа-Новая Гвинея, Купол в России.

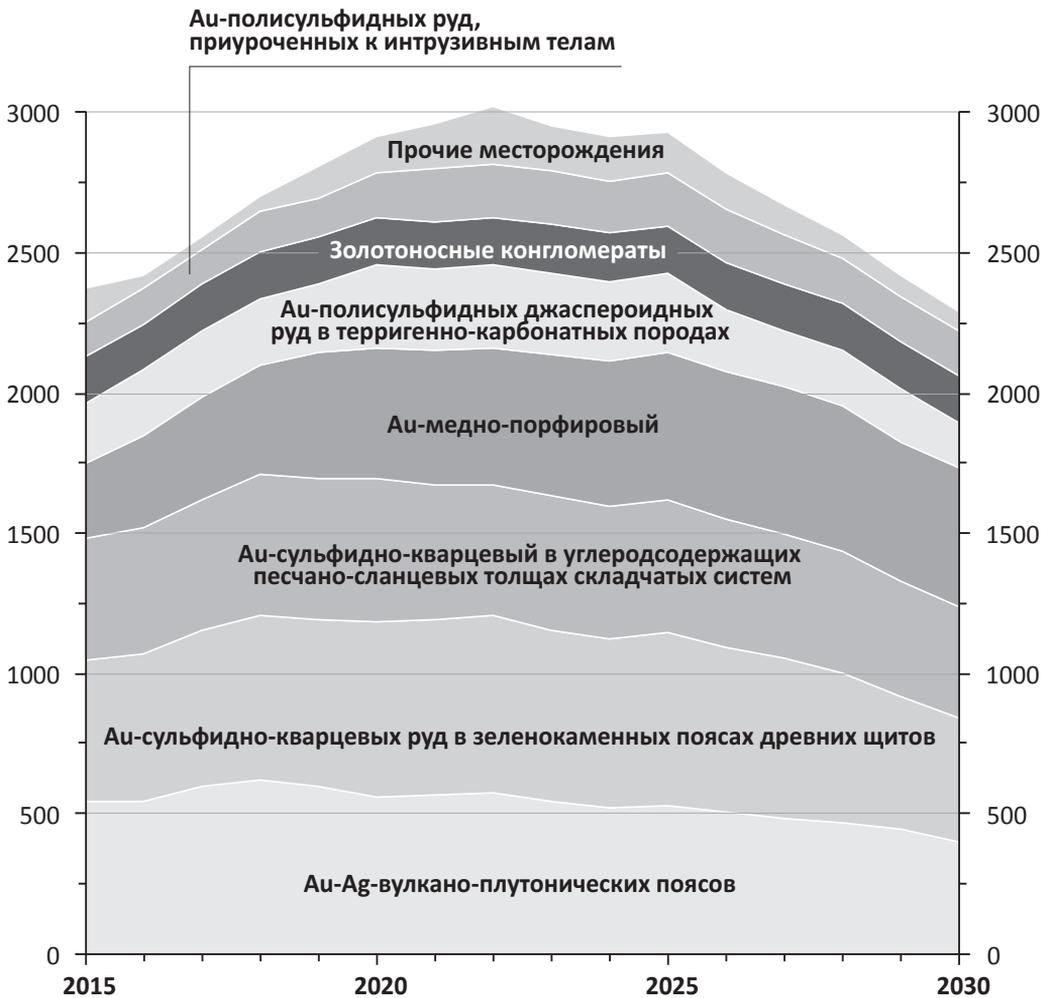


Рис. 13.1. Прогноз добычи золота на основе ресурсов месторождений различных геолого-промышленных типов в мире в 2015–2030 гг., тонн (по Китаю — только достоверные данные).

Сохранят свои позиции золоторудные месторождения в древних зеленокаменных поясах. Месторождения этого типа разрабатывались еще с начала XX века (Колар в Индии, Детур-Лейк в Канаде и др.), поэтому на многих из них промышленные запасы отработаны или близки к истощению, а рудники законсервированы. Благодаря высокой цене на золото на мировом рынке, сохранявшейся до 2012 г., на многих из них добыча была возобновлена, проводилась доразведка флангов известных месторождений, а также разведка и освоение новых объектов. В 2015 г. получено

первое золото на месторождениях группы Централ-Мерчисон (Central Murchison) в Австралии, принадлежащем компании *Metals X*, в 2016 г. ожидался ввод в строй рудника на месторождении Аурора (Aurora) в Гайане компании *Guyana Goldfields Inc.*, еще несколько проектов будут завершены в 2020–2022 г. В результате в начале следующего десятилетия добыча на месторождениях, связанных с зеленокаменными поясами, может вырасти на 20%. Кроме того, ряд крупных объектов этого типа находится на ранних стадиях геологоразведочных работ; на них проведена пока только оценка ресурсов. Они могут существенно увеличить добычные возможности этого геолого-промышленного типа.

Для месторождений, связанных с углеродсодержащими терригенными толщами, прогнозируется постепенное снижение доли золота, добываемого на них. Это связано с истощением к середине следующего десятилетия ресурсов ряда крупных эксплуатируемых месторождений, в том числе Кумтор в Киргизии, затем российского Олимпиадинского, а также ряда более мелких объектов. Выход в 2018 г. на проектную мощность рудника на Наталкинском месторождении в России, где на первом этапе разработки будет добываться почти 17 т золота в год [5], ввод в эксплуатацию месторождения Киака (Kiaka) в Буркина-Фасо (11 т в год) [10], а также Батман (Batman) в Австралии (более 12 т в год) [44] позволит компенсировать прогнозируемое снижение добычи и даже несколько нарастить объем извлекаемого на таких объектах металла. В дальнейшем возможен постепенный спад объемов производства в том случае, если не будет вовлечен в освоение крупнейший объект этого типа, месторождение Сухой Лог в России — ежегодная добыча на нем может составить 60 т золота. Однако перспективы его освоения пока не ясны; при самом благоприятном развитии ситуации ввод его в эксплуатацию не произойдет ранее 2025 г., а выход на полную мощность — не ранее конца 20-х годов.

В то же время усиливается роль золото-медно-порфировых месторождений. Многие из них — Пebbл в США, Серро-Касале (Cerro Casale) в Чили, Маунт-Миллиган (Mt. Milligan) в Канаде и др. — в настоящее время находятся в стадии освоения, однако из-за значительных масштабов этих объектов вовлечение их в отработку требует крупных капиталовложений и значительного времени. Тем не менее, ввод многих из них в эксплуатацию возможен уже в ближайшее время. На месторождении Серро-Касале компании *Barrick Gold Corp.* и *Kinross Gold Corp.* планируют добывать 31,5 т золота ежегодно, начало добычи ожидалось в 2017 г. [28]. Компании *Nationwide Development Corp.* (70%) и *St. Augustinne Gold*

& *Copper Corp.* будут попутно производить более 11 т драгоценного металла на месторождении Кингкинг на Филиппинах, рудник на котором должен был войти в строй в 2018 г. [41]. На месторождении Пиббл в США проектируется добыча в объеме почти 30 т в год, однако перспективы его ввода в эксплуатацию пока неясны, поскольку местная общественность и экологи противодействуют его освоению. Уже в 2019 г. мировая добыча золота на месторождениях этого геолого-промышленного типа могла увеличиться на 15%, а к 2030 г., согласно прогнозу, более пятой части добываемого в мире металла будет приходиться на золото-медно-порфиновые объекты. В результате этот тип месторождений может занять главенствующую позицию в золотодобыче.

Ожидается истощение ресурсной базы крупных давно разрабатываемых североамериканских месторождений золото-полисульфидных руд в терригенно-карбонатных толщах — Кортес, Голдстрайк, Раунд-Маунтин (Round Mountain) и ряда более мелких объектов. Частично она может быть компенсирована вводом в эксплуатацию новых аналогичных месторождений. Среди них — Голдраш (Goldrush) с ресурсами почти в 500 т золота при его содержании в руде 4,8 г/т, которое разведывает компания *Barrick Gold Corp.* [11], а также ряд средних по масштабам объектов: Ди (Dee), Лонг-Каньон (Long Canyon), Голд-Бар (Gold Bar), Тонкин (Tonkin) и др.

На протяжении многих лет основная часть добываемого из недр золота извлекалась из золотоносных конгломератов рудного района Витватерсранд в ЮАР. В настоящее время роль их в мировой добыче существенно снизилась и составляет всего 7%. Ресурсный потенциал месторождений, связанных с золотоносными конгломератами, велик, однако значительная глубина отработки и усложнение горнотехнических условий эксплуатации обуславливают высокую себестоимость добычи золота на этих объектах. В условиях низких цен на золото на мировом рынке это приводит к закрытию некоторых рудников и, как следствие, дальнейшему сокращению доли этого геолого-промышленного типа в мировом производстве.

Роль месторождений, локализованных в малых интрузивах, поясах и сериях даек, в настоящее время невелика, на них приходится около 5% мировой добычи. Однако в случае освоения гигантского месторождения Донлин-Крик, а также Ливенгуд в США, Тенгрела (Tengrela) в Кот-д'Ивуаре, Тулу-Капи (Tulu Kapi) в Эфиопии и др., доля таких объектов может увеличиться до 7%.

Значимость остальных геолого-промышленных типов месторождений (золото-полиметаллических, золото-колчеданных и пр.) в мировой добыче невелика и в дальнейшем, как ожидается, будет сокращаться.

Прогноз добычи золота на важнейших месторождениях мира до 2030 г.

Среди более чем 1600 объектов с запасами и/или ресурсами золота, на которых базируется анализ добычных возможностей его мировой сырьевой базы, значительная часть — мелкие месторождения. При этом основная масса драгоценного металла извлекается из недр примерно 500 коренных золоторудных и комплексных месторождений (гигантских, крупных и средних); около трети суммарной мировой добычи приходится на 54 гигантских и крупных месторождения. Среди осваиваемых объектов также имеется значительное число крупных и гигантских, которые со временем смогут составить конкуренцию крупнейшим разрабатываемым месторождениям (табл. 13.1).

Таблица 13.1 Крупнейшие проекты освоения месторождений золота в мире

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по производству золота, тонн	Другие полезные компоненты
Au-серебряные вулcano-плутонических поясов					
Паскуа-Лама	Чили	FS	2021	23	Ag
Талапуca	США	SS	2022	23	Ag
Лобо-Марте	Чили	PS	2025	19,7	Ag
Брюсджек	Канада	FS	2017	17,6	Ag
Фрута-дель-Норте	Эквадор	FS	2021	16,5	Ag
Рошия-Монтана	Румыния	FS	2017	15,9	Ag
Блэкуотер	США	FS	2017	15,7	Ag
Эль-Лимон-Гуахес	Мексика	FS	2016	13,3	Ag
Буритика	Колумбия	SS	2021	10,3	Ag
Рейни-Ривер	Канада	FS	2017	8,6–10	Ag
Серро-Морро	Аргентина	FS	2018	5	Ag
Au-сульфидно-кварцевые в углеродсодержащих песчано-сланцевых толщах складчатых систем					
Киака	Буркина-Фасо	PFS	2020	18	

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по производству золота, тонн	Другие полезные компоненты
Наталкинское	Россия	FS (начата добыча)	2017	17–30	
Бакырчик	Казахстан	FS	2018	13,3	
Нежданинское	Россия	PFS	2023	10	
Au-сульфидно-кварцевые в зеленокаменных поясах древних щитов					
Батман	Австралия	PFS	2018	14,9	
Буллабуллинг	Австралия	FS	2020	7	
Au-полисульфидные в терригенно-карбонатных породах (джаспероидных руд)					
Голдраш	США	SS	2025	20	Ag
Лонг-Каньон	США	FS	2017	4,2	
Au-меднопорфиновые					
Серро-Касале	Чили	FS	2017	31,5	Ag, Cu
Пеббл	США	FS	2024	30	Ag, Cu, Mo
Керр-Сульфуретс-Митчелл	Канада	FS	2020	23	Cu, Ag
Эль-Морро	Чили	FS	2023	13,3	Cu, Ag
Au-полисульфидные в малых интрузивных телах					
Ливенгуд	США	FS	2022	22,7	
Донлин-Крик	США	FS	2025	17,5	

* SS — scoping study, PFS — pre-feasibility study, FS — feasibility study

Лидером по добыче золота в мире на сегодняшний день является месторождение Мурунтау в Узбекистане, относящееся к геолого-промышленному типу золото-кварц-сульфидных месторождений в углеродсодержащих песчанико-сланцевых породах. Ежегодная добыча на нем составляет около 60 т (рис. 13.2). Его ресурсная база, оцениваемая примерно в 1500 т, позволяет ожидать, что добыча на нем может продолжаться в течение, как минимум, полутора десятилетий, а, возможно, и дольше.

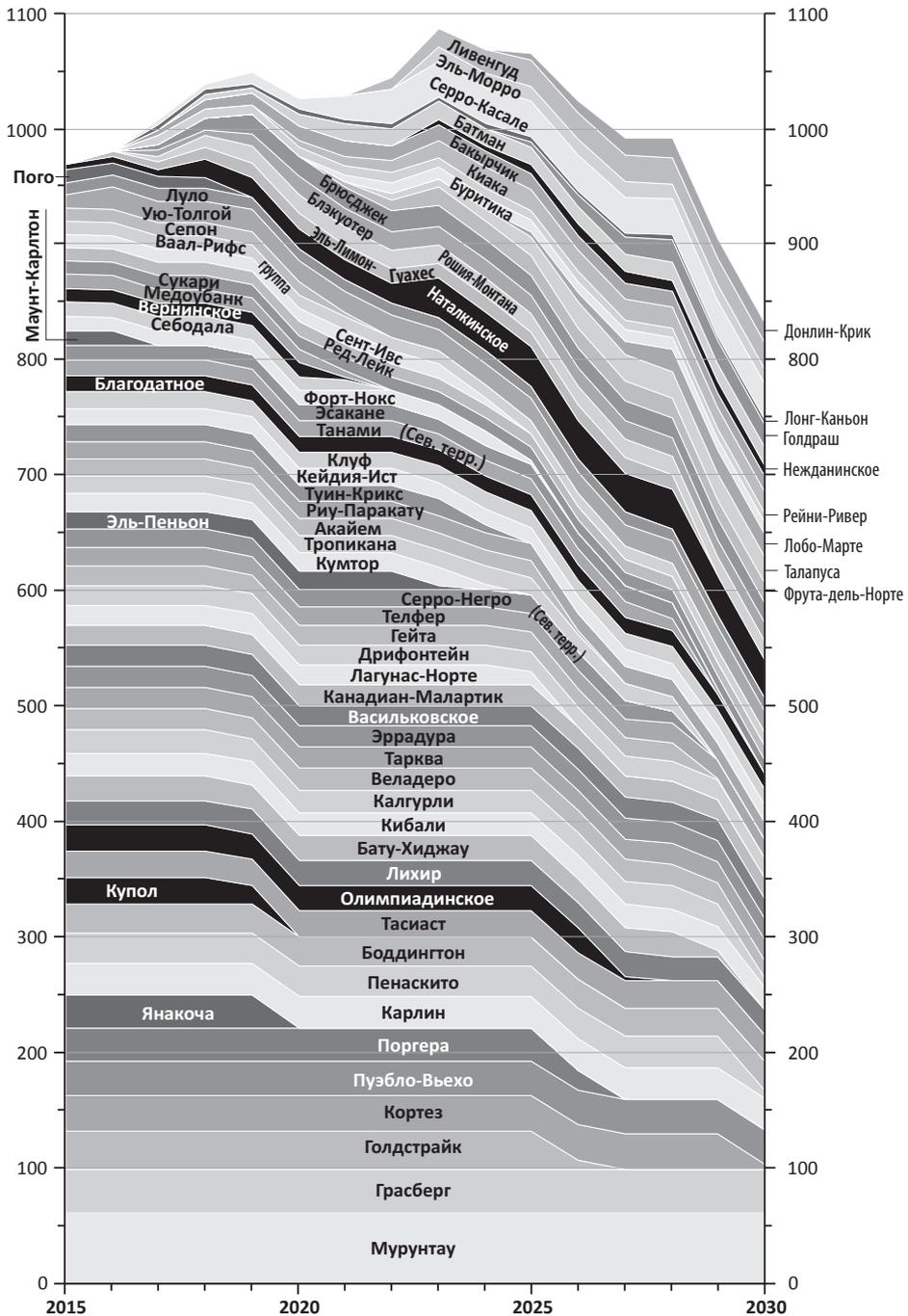


Рис. 13.2 Прогноз добычи золота на основе ресурсов важнейших месторождений мира в 2015–2030 гг., тонн

Ресурсы крупнейшего из российских разрабатываемых объектов этого типа — Олимпиадинского месторождения, занимающего 13-ю строчку среди главных мировых поставщиков золота, при текущем уровне добычи в 22 т будут исчерпаны через 12 лет. Окисленные руды на нем выработаны, ведется добыча первичных сульфидных руд. Компенсировать истощение сырьевой базы Олимпиадинского месторождения должен был выход к 2018 г. на полную мощность рудника на месторождении Наталкинское, добыча на котором вначале составит около 18 т золота ежегодно, а к концу рассматриваемого периода превысит 30 т. Существенно усилить позиции России как производителя золота может освоение гигантского месторождения Сухой Лог.

Среди крупнейших поставщиков золота — золото-меднопорфировое месторождение Грасберг в Индонезии, ежегодно на нем добывается более 35 т драгоценного металла (в 2015 г. — 38 т) [21]; показатели добычи варьируют в зависимости от содержания золота в руде. Промышленных запасов месторождения достаточно для поддержания производства на том же уровне до 2030 г. и далее, а имеющаяся ресурсная база позволяет увеличить добычу. Пример месторождения Грасберг показывает высокие перспективы и экономическую значимость крупномасштабных золото-меднопорфировых месторождений. Этот пример не единичен: на месторождении Бату-Хиджау (Batu Hijau) в Индонезии в 2015 г. получено 21 т золота [35], месторождение Ую-Толгой в Монголии дает около 11 т в год, а в перспективе производство металла здесь увеличится до 20 т ежегодно, Серро-Касале в Чили предполагалось ввести в строй в 2017 г., добыча на нем составит 25–30 т золота в год. В США осваивается месторождение Пибл, где предполагается извлекать ежегодно почти 30 т золота; ресурсы его превышают 3000 т драгоценного металла. Ввод в строй добывающего предприятия планировался в 2024 г., однако противодействие местной общественности и экологов может задержать завершение проекта.

На каждом из месторождений «карлинского» типа — Голдстрайк, Кортес и Карлин в США добывается около 30 т драгоценного металла в год; они обеспечивают более 40% золотодобычи страны. Однако сырьевая база двух первых близка к истощению: в 2025 г. будут исчерпаны ресурсы месторождения Голдстрайк, а к 2030 г. такая же участь постигнет Кортес. И только Карлин обладает значительными запасами и ресурсами, что позволит поддерживать производство золота на текущем уровне в течение 15 лет и более. Исчерпание ресурсов месторождений Голдстрайк и Кортес частично может быть компенсировано вводом в эксплуатацию месторождения Голдраш (Goldrush), разведку которого ведет компания *Barrick Gold Corp*. Его ресурсы оцениваются почти в 500 т золота при содержании в руде 4,8 г/т. Тем не менее, роль объектов «карлинского типа» может сократиться.

В десятку крупнейших поставщиков золота входят золото-серебряные месторождения Пуэбло-Вьехо в Доминиканской Республике, где добыча в 2015 г. составила 29,6 т золота [12], Янакоча (Перу) и Поргера (Папуа-Новая Гвинея), на каждом из которых добыто по 29 т [18], Пенаскито (Penasquito) в Мексике, (26,8 т) [26]. Все они, кроме Пуэбло-Вьехо, будут истощены в обозримом будущем: имеющиеся ресурсы месторождения Янакоча будут исчерпаны уже в 2020 г., остальных — в период 2028–2030 гг., хотя не исключена возможность, что компании-операторы сумеют нарастить их сырьевую базу и продлить сроки жизни добывающих предприятий.

При этом нет оснований ожидать, что с истощением их сырьевой базы роль золото-серебряных месторождений снизится. В мире обнаружено значительное число крупнообъемных объектов этого типа, многие из которых находятся в стадии освоения. Так, в США в 2022 г. может начаться разработка месторождения Талапуса (Talaposa); при выходе предприятия на полную мощность производство составит 23 т золота. В середине 2021 г. должно было завершиться освоение крупного золото-серебряного месторождения Паскуа-Лама в Чили; здесь также планировалось добывать 23 т золота ежегодно. Однако компания *Barrick Gold Corp.*, проводя политику снижения долговых обязательств, заявила о приостановке продвижения проекта до 2017 г., что, скорее всего, отодвинет его реализацию на более поздний срок. Кроме этих гигантов, реализуется множество проектов вовлечения в эксплуатацию месторождений меньшего масштаба: Лобо-Марте (Lobo Marte) в Чили, Брюсджек и Блэкуотер в Канаде, Фрута-дель-Норте (Fruta Del Norte) в Эквадоре и др.

Запасы ведущего российского месторождения этого типа, Купол, будут исчерпаны уже в 2022 г, однако его владелец, компания *Kinross Gold Corp.* рассчитывает продлить срок его эксплуатации в случае успеха геологоразведочных работ, проводимых ею в районе месторождения.

Дефицит ресурсов месторождений, добыча на которых составляет от 10 до 25 т ежегодно, более ощутим. Сырьевая база 25 из 43 эксплуатируемых в настоящее время объектов такого масштаба будет истощена в течение ближайших полутора десятилетий, в том числе к 2025 г. будут выработаны ресурсы месторождений Лагунас-Норте (Lagunas Norte) в Перу и Кумтор в Кыргызстане, к 2030 г. — Гейта (Geita) в Танзании и Серро-Негро (Cerro Negro) в Аргентине, а также ряда других. В то же время возможность замены выбывающих мощностей новыми сопоставимыми по масштабу объектами достаточно велика: ведется освоение месторождений Киака в Буркина-Фасо, Эль-Лимон-Гуахес в Мексике, Ливенгуд в США и многих других.

Многочисленные объекты, на которых ежегодно извлекается до 10 т золота, в совокупности обеспечивают ежегодно не менее двух третей мировой золотодобычи. Здесь не ожидается существенного ухудшения производственных показателей, так как для замены выбывающих мощностей ведется освоение значительного числа аналогичных объектов. При этом следует подчеркнуть, что подавляющая часть осваиваемых в мире месторождений — средние и мелкие по масштабу. Но именно они обеспечат большую часть прироста добычи золота, который прогнозируется в мире в ближайшее пятилетие.

Прогноз добычи золота основных стран-производителей до 2030 г.

Запасами и ресурсами золота располагают не менее 100 стран мира. На сегодняшний день промышленные запасы золота, по нашей оценке, достигают 56 тыс. т, а его суммарные ресурсы превышают 140 тыс. т (табл. 13.2) [43][1].

Таблица 13.2 Ресурсы и запасы золота в мире, тонн

Страна	Категория	Значение
Россия*	Запасы категорий А+В+С ₁	8159,6
	Запасы категорий С ₂	5657,8
	Запасы забалансовые	3092,2
Австралия	Proved + Probable Reserves	3552
	Measured + Indicated Resources	9546
	Inferred Resources	4632
Азербайджан	Proved + Probable Reserves	68[†]
	Measured + Indicated + Inferred Resources	91 [†]
Алжир	Reserves	100[†]
	Resources	200 [†]
Аргентина	Proved + Probable Reserves	765[†]
	Measured + Indicated + Inferred Resources	2230 [†]
Армения	Proved + Probable Reserves	265[†]
	Measured + Indicated + Inferred Resources	590 [†]

Страна	Категория	Значение
Болгария	Proved + Probable Reserves	110[†]
	Measured + Indicated + Inferred Resources	285 [†]
Боливия	Resources	258
Ботсвана	Reserves	6
	Resources	50
Бразилия	Reserves	2400
	Measured + Indicated + Inferred Resources	3420 ^r
Буркина-Фасо	Proved + Probable Reserves	520[†]
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1565 [†]
Великобритания	Reserves	70
	Measured + Indicated + Inferred Resources	195
Венесуэла	Proved + Probable Reserves	900
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1810
Габон	Resources	25
Гайана	Proved + Probable Reserves	235
	Measured + Indicated + Inferred Resources	600
Гана	Proved + Probable Reserves	1260[†]
	Measured + Indicated + Inferred Resources	3225 [†]
Гватемала	Proved + Probable Reserves	14[†]
	Measured + Indicated + Inferred Resources	57[†]
Гвинея	Proved + Probable Reserves	177[†]
	Measured + Indicated + Inferred Resources	572 [†]
Гренландия	Measured + Indicated + Inferred Resources	210 [†]
Греция	Proved + Probable Reserves	270[†]
	Measured + Indicated + Inferred Resources	510 [†]
Дем.Респ.Конго	Proved + Probable Reserves	410[†]
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1200 [†]
Доминик.Респ.	Proved + Probable Reserves	485[†]
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1015 [†]

Добычные возможности недр

Страна	Категория	Значение
Египет	Proved + Probable Reserves	245^f
	Measured + Indicated + Inferred Resources	480 ^f
Замбия	Proved + Probable Reserves	100^f
	Measured + Indicated + Inferred Resources	160 ^f
Зимбабве	Proved + Probable Reserves	106^f
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1075 ^f
Индия	Proved + Probable Reserves	330^f
	Measured + Indicated + Inferred Resources	385 ^f
Индонезия	Proved + Probable Reserves	2591
	Measured + Indicated + Inferred Resources	7614
Казахстан	Запасы категорий A+B+C₁	1115
	Запасы категорий C₂	1060
	Ресурсы прогнозные	9565
Камбоджия	Indicated + Inferred Resources	35^f
Канада	Proved + Probable Reserves	5700^f
	Measured + Indicated + Inferred Resources	15200 ^f
Кения	Measured + Indicated + Inferred Resources	60^f
Киргизия	Запасы категорий A+B+C₁+C₂	615^f
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1475
Китай	Ensured reserves	1988
	Resources	11563
Колумбия	Proved + Probable Reserves	140^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	2855 ^r
Корея Северная	Resources	296^r
Коста-Рика	Resources	170
Кот-д'Ивуар	Proved + Probable Reserves	180^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	340 ^r
Куба	Resources	35^r
Лаос	Proved + Probable Reserves	80^r

Страна	Категория	Значение
Либерия	Proved + Probable Reserves	120^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	290 ^r
Мавритания	Proved + Probable Reserves	280^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	395 ^r
Македония	Measured + Indicated + Inferred Resources	90^r
Малайзия	Proved + Probable Reserves	40^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	165^r
Мали	Proved + Probable Reserves	520^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1330 ^r
Мексика	Proved + Probable Reserves	2175^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	5025 ^r
Мозамбик	Measured + Indicated + Inferred Resources	92^r
Монголия	Proved + Probable Reserves	595^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	2160 ^r
Намибия	Proved + Probable Reserves	97^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	192 ^r
Нигер	Proved + Probable Reserves	15^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	80 ^r
Нигерия	Measured + Indicated + Inferred Resources	30
Никарагуа	Proved + Probable Reserves	25^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	205^r
Новая Зеландия	Proved + Probable Reserves	60^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	195 ^r
Норвегия	Measured + Indicated + Inferred Resources	4 ^r
Пакистан	Proved + Probable Reserves	40^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1333^r
П.-Нов.Гвинея	Proved + Probable Reserves	1810^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	5175 ^r

Страна	Категория	Значение
Панама	Proved + Probable Reserves	235^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	795 ^r
Перу	Proved + Probable Reserves	2630
	Measured + Indicated + Inferred Resources	3300 ^r
Португалия	Measured + Indicated + Inferred Resources	17^r
Румыния	Proved + Probable Reserves	390^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1150 ^r
Сауд. Аравия	Proved + Probable Reserves	145^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	540 ^r
Сальвадор	Proved + Probable Reserves	15^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	72^r
Сенегал	Proved + Probable Reserves	115^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	245 ^r
Сербия	Proved + Probable Reserves	132^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	552^r
Словакия	Proved + Probable Reserves	38^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	115^r
Соломоновы о-ва	Proved + Probable Reserves	40^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	82^r
Суринам	Proved + Probable Reserves	232^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	447 ^r
США	Proved + Probable Reserves	4562^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	12990 ^r
Сьерра-Леоне	Proved + Probable Reserves	38^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	59^r
Таджикистан	Запасы категорий A+B+C₁+C₂	390^r
	Ресурсы прогнозные	500 ^r
Таиланд	Proved + Probable Reserves	43^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	120^r

Страна	Категория	Значение
Танзания	Proved + Probable Reserves	379^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1355 ^r
Турция	Proved + Probable Reserves	508^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	978 ^r
Узбекистан	Proved + Probable Reserves	2920^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	5220 ^r
Украина	Запасы категорий A+B+C₁+C₂	612^r
Филиппины	Proved + Probable Reserves	852^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	3205 ^r
Финляндия	Proved + Probable Reserves	178^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	415 ^r
Чехия	Proved + Probable Reserves	100^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	100 ^r
Чили	Proved + Probable Reserves	3695^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	7108 ^r
Швеция	Proved + Probable Reserves	240^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	555 ^r
Эквадор	Proved + Probable Reserves	265^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1005 ^r
ЮАР	Proved + Probable Reserves	6000
	Measured + Indicated + Inferred Resources	18780 ^r
Весь мир	Reserves	56000
	Resources	140000^r

По данным: [19; 9; 30;15; 37; 29; 43]

* — по данным официальных источников

^r — сумма по известным месторождениям

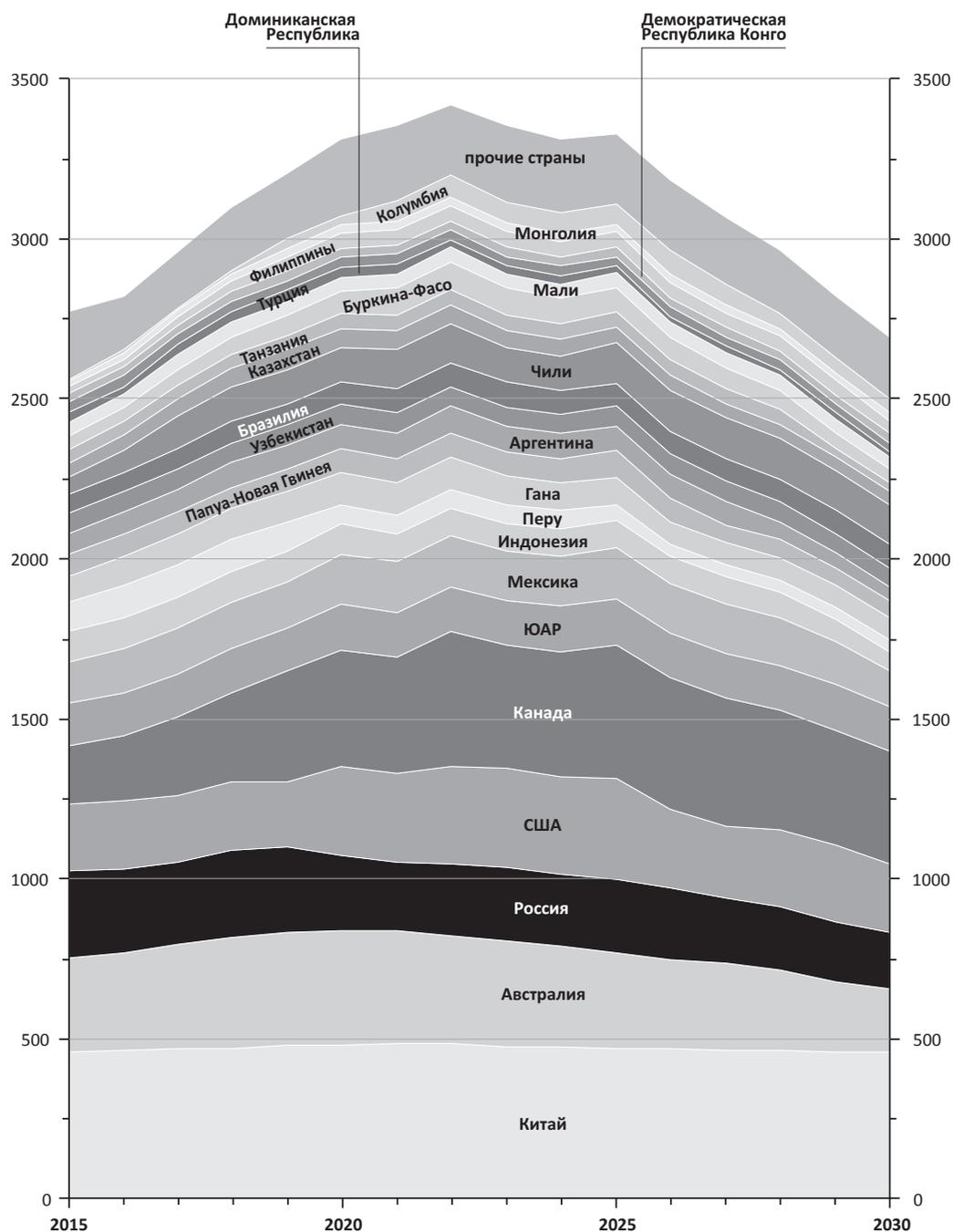


Рис. 13.3 Прогноз добычи золота на основе ресурсов ведущих стран-производителей в 2015–2030 гг., тонн (по Китаю использованы статистические данные по стране в целом)

Добыча драгоценного металла в 2015 г. достигла 3158 т [24]. Она ведется более чем в 80 странах мира, но только девять из них извлекают из недр более 100 т в год — это Китай, Австралия, Россия, США, Перу, Канада, ЮАР, Индонезия и Мексика (табл. 13.3). На их долю приходится около половины мировой золотодобычи.

Китай сохраняет за собой позицию мирового лидера; его добыча превышает 450 т металла в год (рис. 13.3). Однако в 2015 г., впервые после десяти лет непрерывного роста, производство золота в стране снизилось, составив 458 т против 476 т годом ранее. Причиной этого стало падение цен на драгоценный металл на мировом рынке, что отразилось прежде всего на мелких и средних продуцентах, на долю которых приходится почти половина добываемого золота в стране. Многие мелкие рудники вынуждены были прекратить работу из-за высокой себестоимости добычи [47].

Таблица 13.3 Динамика производства золота из руд и концентратов в 2011–2015 гг., тонн

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Россия	203,2	217,8	248,8	248	252,4
<i>Европа</i>	26,5	32,6	34,7	34,9	33,1
Армения	5,3	7,1	7,4	7,9	7,3
Болгария	3,4	4,3	4,6	3,9	3,6
Великобритания	0,2	0,1	0	0,2	0
Греция	0	0	0,8	0,6	0,5
Грузия	3,1	3,1	3,1	2,3	2,3
Испания	0,3	1,3	2,1	2	1,8
Румыния	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
Сербия	1,5	1,4	1,2	1,2	1,44
Финляндия	6,4	8,9	9,1	10	9,3
Швеция	5,9	6	6	6,4	6,4 ^R
Азия	736	667,4	821,5	895,6	894,9
Азербайджан	1,8	1,6	1,6	1,9	2,2
Вьетнам	3,7	3,9	4,1	2,6	2,6 ^R
Индия	2,3	1,7	1,6	1,6	1,4

Добычные возможности недр

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Индонезия	120,1		109,6	116,4	134,3
Иран	0	4		4,1	4,5 ^R
Казахстан	38,8	40	44,9	48,9	63
Киргизия	19,7	11,3	20,2	19,2	17,7
Китай	371	411,1	432,2	478,2	458,1
Корея Северная	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3 ^R
Лаос	4,4	6,9	7	5,6	6,9
Малайзия	5	5,3	5,1	4,5	5,1
Монголия	12,4	12,8	17,8	30,5	31,3
Сауд. Аравия	4,6	4,7	5	5,2	5,1
Таджикистан	2,2	2,4	2,7	3,4	3,5
Таиланд	2,3	4,3	4,5	4,6	3,2
Турция	24,1	29,6	33,5	32,3	27,5
Узбекистан	71,4	73,3	77,4	80,4	83,2
Филиппины	37,1	41	40,6	42,6	46,8
Южная Корея	0,1	0	0	0,3	0
Япония	8,7	7,2	7,4	7,1	7,7
Африка	576,8	592,6	576,8	589,3	578,9
Алжир	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2 ^R
Ботсвана	1,6	1,5	1,2	1	0,8
Буркина-Фасо	34,1	31,3	35,1	38,5	38
Бурунди	1,1	2,1	2,8	0	0
Габон	0,3	0,7	1,2	1,2 ^R	1,2 ^R
Гана	91	95,8	107,9	108,2	95,1
Гвинея	19,7	18,4	19	21	20
Дем.Респ.Конго	22	26,1	25,3	40	45,7
Египет	6,3	8,2	11,1	11,7	13,7
Замбия	3,5	4,2	5,2	4,8	4,2

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Зимбабве	19	19,7	19,9	19,9	27,7
Камерун	0,6 ^R	0,6^{R}	0,6^{R}	0,6^{R}	0,6^{R}
Кот-д'Ивуар	13,4	14	13,8	18	22,2
Либерия	0,5	0,6	0,6 ^R	0,6 ^R	0,6 ^R
Мавритания	8,7	8,2	10	10,1	8,8
Мали	43,5	50,3	47,1	47,2	49,1
Марокко	0,5	0,5	0,5	0,5 ^R	0,5 ^R
Мозамбик	0,1	0,2	0,2	0,2 ^R	0,2 ^R
Намибия	2,1	2,4	2,1 ^R	2,1 ^R	2,1 ^R
Нигер	2	1,7	1,2	1,2 ^R	1,2 ^R
Нигерия	3,7	3,7	4	4	4
Сенегал	4,3	6,8	6,5	6,7	5,7
Судан	22,5	46,1	24,8	30,4	30,5
Сьерра-Леоне	0,2	0,1	0,1	0,1 ^R	0,1 ^R
Танзания	49,6	49,1	46,6	45,8	46,8
Эритрея	12,8	10,2	3,4	1,3	0,8
Эфиопия	11,5	12	12,3	10,3	8,4
ЮАР	202	177,8	174,2	163,8	150,7
Америка	912,2	936,5	1020,5	1022,8	1056,9
Аргентина	59,1	54,6	50,1	59,8	64,1
Боливия	6,5	6,4	6,1	6,3	12,8
Бразилия	67,3	67,3	79,9	80,7	80,8
Венесуэла	25,5	24,5	22,9	23,2	27,2
Гайана	11,3	13,6	14,4	13,1	13,4
Гватемала	12,1	6,6	6,5	6,3	5,6
Гондурас	1,9	1,9	2	2,8	2,6
Доминик.Респ.	0,5	4,1	26,5	35,6	31,1
Канада	107,7	108,2	133,3	153,8	158,7

Добычные возможности недр

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Колумбия	17,6	39,1	41,2	43,1	47,6
Мексика	88,6	95,3	119,8	118,2	124,6
Никарагуа	6,3	6,8	8,7	8,8	8,5
Панама	2,1	2,3	1,3	1,9	1,9 ^R
Перу	187,6	185	181,6	172,6	175,9
Суринам	20,2	19,9	27	26,6	25,4
США	233	231,3	229,5	205	216
Уругвай	1,7	1,9	2,1	1,7	1,4
Фр. Гвиана	1,1	1,3	1,3	1,3 ^R	1,3 ^R
Чили	44,5	48,6	48,6	44,2	40,4
Эквадор	17,6	17,8	17,7	17,8	17,6
Океания	337	319,9	344,1	344,4	337,2
Австралия	258,5	250,1	265	272,9	275,9
Новая Зеландия	11,7	9,7	12,4	11,3	1,9
П.-Нов.Гвинея	63,5	56,5	63,3	58,2	57,2
Соломоновы о-ва	1,7	2	2	0,8	0,8 ^R
Фиджи	1,6	1,6	1,4	1,2	1,4
Итого	2791,7	2766,8	3046,4	3135,1	3153,4

По данным: [8; 13; 14; 20; 22; 23; 25; 27; 4; 6; 24; 45; 3]

^R — оценка

Надежных данных об объеме сырьевой базы золота Китая нет. Достоверная информация имеется лишь о месторождениях, разрабатываемых крупнейшими китайскими компаниями, либо компаниями с участием иностранного капитала. Суммарно на этих объектах добывается почти 100 т золота, а их совокупная ресурсная база оценивается нами в 3232 т золота. В то же время, по информации *Ministry of Land and Resources People's Republic of China*, ресурсы страны достигают 11563 т драгоценного металла. Это позволит стране поддерживать текущий уровень добычи металла в течение значительного времени.

В Австралии до конца текущего десятилетия объем добываемого золота будет постепенно наращиваться благодаря реализации проектов, которые находятся на стадии высокой степени готовности (Груйер (Gruyere), Батман, Буллабуллинг (Bullabulling) и др.), а также увеличению добычи на разрабатываемых месторождениях, обладающих значительной ресурсной базой (Калгурли (Kalgoorlie), Боддингтон и др.). Однако позже добыча золота начнет снижаться из-за истощения сырьевой базы отдельных среднemasштабных эксплуатируемых месторождений, среди которых Агню (Agnew), Кракоу (Crasow), Сент-Ивс (Saint-Ives) и некоторых мелких объектов.

Сырьевая база золота России превышает 13 тыс. т, что дает возможность наращивания добычи драгоценного металла. Почти половина его запасов сконцентрирована в золото-сульфидно-кварцевых месторождениях в черносланцевых терригенных толщах (Сухой Лог, Олимпиадинское, Наталкинское, Нежданинское и др.). Руды уникального по запасам (1953 т в категориях А+В+С₁) месторождения Сухой Лог в Иркутской области богаче, чем в зарубежных аналогах, среднее содержание золота в его руде — 2,1 г/т. В районе месторождения разведаны другие крупные объекты, вместе они образуют компактный центр золотодобычи. На территории, прилегающей еще к одному уникальному по масштабу золото-кварцевому Наталкинскому месторождению также разведаны объекты аналогичного типа, хотя и уступающие ему по запасам — Павлик и др.

Существенную роль в российской добыче золота играют золото-серебрянные месторождения, приуроченные к вулcano-тектоническим структурам (Купол, Многовершинное, Джульетта, Аметистовое и др.), которые тоже часто сложены более богатыми рудами (от 6 до 20 г/т и больше), чем зарубежные объекты того же типа (Янакоча, Пьерина, Лагунас-Норте — 0,7–1,2 г/т).

Россия — одна из немногих стран мира, где существенную роль продолжают играть россыпи, которые дают до четверти добываемого драгоценного металла. Практически все они сосредоточены в восточных регионах.

В России в последние годы наблюдается рост добычи золота из недр, которая превысила отметку в 300 т. Однако, по нашим прогнозам, уже с 2020 г. возможно снижение добычи драгоценного металла, прежде всего, за счет истощения запасов месторождений Олимпиадинское и Купол, а также ряда средних и мелких объектов. Частично оно может быть компенсировано вводом в эксплуатацию ряда осваиваемых крупных и средних месторождений. Так, компания ОАО «Полнос Золото» планировала в 2017 г. получить первое золото на месторождении Наталкинское и выйти на проектируемую мощность 10 млн т руды в год. Компания ООО «Нерюнгри-Металлик»

осваивает золото-кварцевое месторождение Гросс в Республике Саха (Якутия); в 2018 г. рудник должен был достичь проектной мощности по добыче около 8 т золота в год. Подготавливается к эксплуатации еще ряд крупных объектов — Нежданнинское, Чертово Корыто и др. В анализе не учтены крупное месторождение Ключус, находящееся в нераспределенном фонде недр, и гигантское Сухой Лог; аукцион на право проведения разведки и добычи золота на нем состоялся в начале 2017 г., а ввод в эксплуатацию ожидается не ранее конца следующего десятилетия.

В США ожидается постепенное снижение добычи из-за истощения запасов объектов карлинского типа — ведущего геолого-промышленного типа в стране. Освоение уникальных по масштабу месторождений штата Аляска (Донлин-Крик, Ливенгуд, Пebbл) могло бы компенсировать спад добычи в стране, но ввод их в эксплуатацию задерживается из-за экологических и финансовых проблем.

Канада — единственная страна среди крупных продуцентов, которая сможет в ближайшие годы увеличить добычу золота благодаря освоению значительного числа новых, в том числе крупных месторождений. В 2016–2017 гг. здесь ожидался ввод в строй крупных золото-серебряных месторождений Блэкуотер и Брюсджек, суммарная добыча на которых может превысить 30 т ежегодно. На 2016 г. было запроектировано начало отработки группы золото-меднопорфировых месторождений Керр-Сулфуретс-Митчелл (Kerr Sulphurets Mitchell) в провинции Британская Колумбия, где ежегодно будет извлекаться около 23 т металла. На разрабатываемом золото-сульфидно-кварцевом месторождении Детур-Лейк после планируемого расширения мощностей в 2019 г. будет добываться около 20 т золота в год. Таким образом, страна к 2020 г. может увеличить добычу на 30% и стать одним из лидеров отрасли.

В ЮАР, несмотря на значительный ресурсный потенциал месторождений золотоносных конгломератов, который позволяет вести добычу драгоценного металла на уровне 2015 г. в течение длительного времени, не исключено падение его производства. Большая глубина отработки (более 3500 м) и усложнение горнотехнических условий эксплуатации давно эксплуатируемых объектов обуславливают высокую себестоимость добычи золота. В условиях низких цен на золото на мировом рынке это может привести к закрытию некоторых рудников и, как следствие, сокращению добычи.

В Мексике в ближайшие три года ожидается рост добычи золота примерно на 10%, обусловленный освоением ряда крупных и средних месторождений золото-серебряных руд — Метатес (Metates), Камино-Рохо (Camino Rojo), Эль-Арко (El Arko) и др. Однако затем объем добываемого металла может начать

сокращаться из-за истощения сырьевых баз некоторых мелких и средних эксплуатируемых объектов, в том числе Крестон-Маскота (Kreston Mascota), Пинос-Альтос (Pinos Altos), Сан-Димас (San Dimas). А к 2030 г. будут истощены ресурсы крупного золото-серебряного месторождения Пенаскито.

Индонезия может сохранить свою позицию крупного продуцента в течение длительного времени благодаря мощной сырьевой базе уникального месторождения Грасберг и ряда эксплуатируемых золото-серебряных месторождений.

В Перу спад добычи может наступить уже к 2020 г. в связи с истощением запасов двух крупнейших золото-серебряных месторождений страны, Янакоча и Лагунас-Норте; новых крупных объектов здесь не разведано, за исключением золото-меднопорфирового месторождения Конга (Conga), запасы (proved+probable reserves) которого составляют 368 т. Однако против его освоения активно выступают экологи и местные жители, поэтому об эксплуатации этого объекта речь пока не идет.

В последние годы в мире возникла тенденция некоторого смещения внимания золотодобывающих компаний с традиционных регионов золотодобычи (Северная Америка, Южная Африка, Австралия) в страны Южной Америки, Западной и Центральной Африки, Азии и Океании. Это будет способствовать появлению новых продуцентов или усилению роли стран, где добыча ранее велась в незначительном объеме.

Так, Доминиканская Республика стала заметным продуцентом золота благодаря старту в 2011 г. добычи на золото-серебряном месторождении Пуэбло-Вьехо; в 2015 г. на нем извлечено почти 30 т золота. Практически двукратное увеличение производства драгоценного металла в Чили будет обеспечено вводом в строй таких гигантов, как золото-меднопорфировое месторождение Серро-Касале и золото-серебряное Паскуа-Лама, суммарная ежегодная добыча на которых может достичь 50 т золота. К 2021 г. возможно увеличение производства на 20% на Филиппинах и в Казахстане, где осваиваются месторождения золото-серебряных и золото-сульфидно-кварцевых руд в терригенных толщах. Может вырасти добыча в Колумбии, где осваивается месторождение Буритика (Buritica), на Филиппинах (Кингкинг), Буркина-Фасо (Киака).

Однако после 2025 г. прогнозируется спад мировой добычи золота и к 2030 г. она может оказаться примерно на 5% ниже, чем в 2015 г. Существенный вклад в это внесет истощение месторождений «карлинского» типа в США и крупнейших золото-серебряных объектов Перу, кроме того, резкое снижение количества извлекаемого металла ожидается в Аргентине, Танзании и Гане. Ресурсы главного аргентинского месторождения Веладе-

ро, которое ежегодно поставляет около трети золота, добываемого в стране (в 2015 г. — 18,7 т), могут быть исчерпаны к 2028 г. Кроме того, в период до 2030 г. ожидается истощение сырьевой базы ряда крупных золото-серебряных и золото-порфириновых месторождений: Алумбрера (Alumbregra), Серро-Вангвардия (Cerro Vanguardia) и др. В результате к 2030 г. добыча золота может сократиться до 10–20 т. В Танзании в 2022 г. могут быть отработаны ресурсы месторождения Гейта, ежегодно поставляющего 15 т драгоценного металла, или 35% суммарной добычи в стране. В Гане к 2026 г. возможно истощение ресурсной базы месторождений Акайем (Акуем) и Чирано (Chirano), суммарно дающих почти четверть золота страны.

Прогноз добычи золота горными компаниями до 2030 г.

Крупнейшими мировыми продуцентами золота являются четыре компании, каждая из которых добывает более 100 т золота в год. Лидирующее положение на сегодняшний день занимает канадская компания *Barrick Gold Corp.* (рис. 13.4). В ее активах находятся такие крупные месторождения как Кортес и Голстрайк в США, Веладеро в Аргентине, Лагунас-Норте в Перу и др. В 2015 г. компания произвела 190,3 т золота, на 4,1 т меньше, чем годом ранее [12]. Начиная с 2014 г., компания проводит реструктуризацию для снижения долговой нагрузки и повышения эффективности деятельности. Ею продан ряд активов, в том числе Коуэл (Cowal) в Австралии, Руби-Хилл (Ruby Hill) в США, доли в проектах Раунд-Маунтин, Болд-Маунтин и Спринг-Валли (Spring Valley) в США. По прогнозам, в 2016 г. производство золота компании могло составить около от 150 т до 170 т драгоценного металла. Вновь нарастить добычу до текущего уровня компания сможет при условии ввода в эксплуатацию медно-порфиринового месторождения Серро-Касале в Чили, который был запланирован на в 2017 г. Реализация еще одного проекта в Чили на золото-серебряном месторождении Паскуа-Лама приостановлена до 2017 г. После 2020 г. добыча компании вновь может снизиться, так как к этому времени будут отработаны ресурсы месторождений Поргера в Папуа-Новая Гвинея и Хемло (Hemlo) в Канаде, к 2022 г. — Лагунас-Норте, к 2024 г. — Голдстрайк.

Еще один гигант — американская компания *Newmont Minig Corp.*, владеющая активами в США — Карлин, Феникс (Fenix), Туин-Крикс (Twin Creeks), Крипл-Крик (Cripple Creek), Австралии (Боддингтон, Танами (Tanami) и 50% активов Калгурли), Ахафо (Ahafo) и Акайем в Гане, Янакоча в Перу и Бату-Хиджау в Индонезии. В 2015 г. компания добыла 156,6 т золота, на 3%

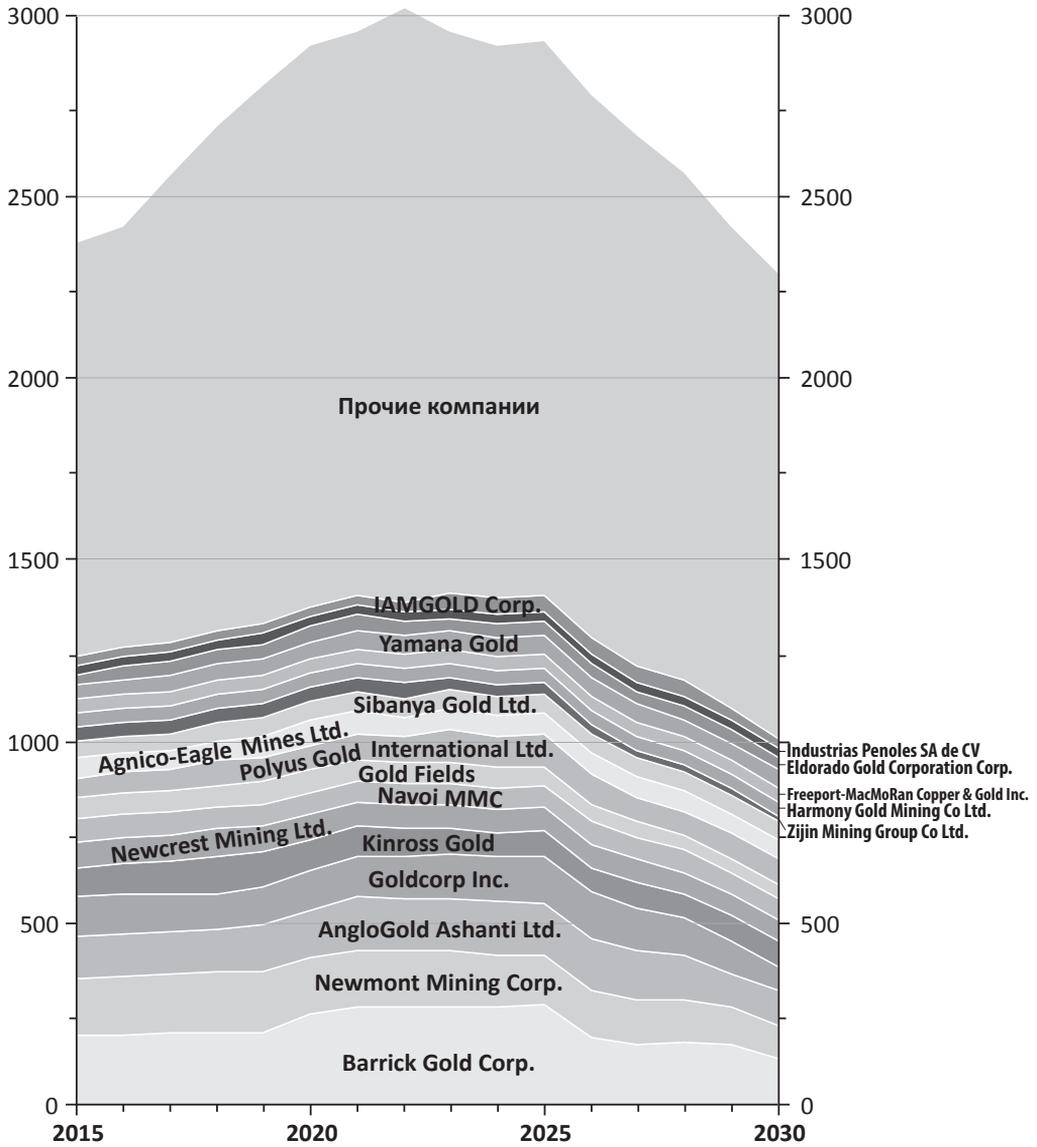


Рис. 13.4 Прогноз добычи золота на основе ресурсов, находящиххся в распоряжении добывающих компаний, в 2015–2030 гг., тонн (по Китаю — только достоверные данные)

больше, чем в 2014 г. [34]. Крупнейшими по производству месторождениями компании являются Карлин (27,6 т в 2015 г.), Боддингтон (24,7 т), Янакоча (14,7 т) и Танами (13,6 т). В ближайшие годы компания может увеличить добычу золота на 5% благодаря вводу в эксплуатацию месторождений Мериан (Merian) в Суринаме, старт производства на котором был запланирован на конец 2016 г., и Лонг-Каньон в США. Однако в середине следующего десятилетия может начаться спад производства, обусловленный истощением ряда ключевых активов и, прежде всего, месторождения Янакоча. В результате производственные показатели компании могут снизиться более чем в полтора раза, ее добыча может составить меньше 100 т.

Третью позицию занимает южноафриканская *AngloGold Ashanti Ltd.* В 2015 г. компания произвела чуть более 122 т золота [7]. Ее активами являются месторождения в ЮАР в районе Ваал-Рифс (Vaal Reefs), Гейта в Танзании, Кибали (Kibali) в Демократической Республике Конго, Тропикана в Бразилии и ряд других. После 2020 г., когда будут истощены запасы некоторых месторождений компании, прежде всего, Гейта и Тропикана, ее производство может сократиться. Проекты высокой степени готовности, которые могли бы заменить выбывающие мощности, отсутствуют.

Канадская компания *Gold Corp.* увеличила производство золота в 2015 г. на 21% против предыдущего года, почти до 108 т, впервые перейдя отметку в 100 т. Этому способствовал выход на полную мощность рудников на месторождениях Элеонор (Eleonore) в Канаде, где добыто 8,9 т золота, и Серро-Негро в Аргентине (15,7 т), а также рекордный уровень добычи на месторождении Пенаскито в Мексике (почти 27 т) [26]. Компания активно наращивает свои активы. В 2015 г. ею приобретен проект Борден (Borden) в Канаде, она также увеличила долю в месторождении Эль-Морро (El Morro) в Чили до 100% и образовала совместное предприятие с *Teck Cominco Ltd.* для реализации проекта Корридор (Corridor), в который входит освоение месторождений Эль-Морро и Релинчо (Relincho).

Еще шесть компаний производят от 50 до 80 т золота в год [24] (табл. 13.4).

Таблица 13.4 Крупнейшие компании-производители золота в мире

Компания	2014	2015
Barrick Gold Corp.	194,4	190,3
Newmont Minig Corp.	150,7	156,6
AngloGold Ashanti Ltd.	138	122,8
Gold Corp.	89,3	107,8

Компания	2014	2015
Kinross Gold Corp.	82	78,4
Newcrest Mining Ltd.	72,4	77,4
Navoi MMC	73	74,9
Gold Fields	63,6	62,9
Polyus Gold International Ltd.	52,7	54,8
Agnico-Eagle Mines Ltd.	44,5	52

По данным: [24]

Пятую позицию в списке ведущих продуцентов занимает компания *Kinross Gold Corp.* с добычей около 80 т. Уже через два года компания может войти в ряд продуцентов, производящих более 100 т драгоценного металла, благодаря приобретению долей месторождений Ранд-Маунтин и Болд-Маунтин в США. Однако вскоре ее производственные показатели вновь могут снизиться в связи с исчерпанием запасов на месторождениях Купол в России и Чирано в Гане; к 2030 г., по прогнозу, компания будет выпускать менее 70 т в год.

Сырьевая база австралийской компании *Newcrest Mining Ltd.*, узбекской *Navoi MMC* и южноафриканской *Gold Fields* достаточна, чтобы поддерживать производство на текущем уровне в пятнадцатилетней перспективе.

В числе продуцентов «второго эшелона» — компания *Polyus Gold International Ltd.*, разрабатывающая крупнейшие российские месторождения — Олимпиадинское, Благодатное, Наталкинское и др. Она занимает девятую позицию в рейтинге крупнейших мировых золотодобывающих компаний, в 2015 г. ею добыто немногим менее 55 т драгоценного металла, в том числе почти половина получена из руд Олимпиадинского месторождения в Красноярском крае [38]. Осваивается гигантское Наталкинское месторождение, которое после выхода на полную производственную мощность может давать около 30 т золота в год. Это позволит компании увеличить производство на 5–10% и повысить свой рейтинг среди золотодобывающих компаний.

Компания *Agnico-Eagle Mines Ltd* ведет освоение средних по масштабам месторождений Амарук (Amarguq) и Мелиадин (Meliadin) в Канаде, ввод в эксплуатацию которых ожидается после 2020 г. Суммарно они дадут более 10 т золота в год, что позволит ей восполнить выбывающие мощности рудников Медоубанк (Meadoubank) и Лейпа (Lapa).

Суммарно на долю десяти крупнейших продуцентов приходится сравнительно небольшая доля совокупного производства драгоценного металла — в 2015 г. они произвели немногим менее 1000 т, что составило лишь треть мирового производства.

Среди компаний, добывающих от 25 т до 50 т золота, можно отметить *Yamana Gold* и *IMGOLD Corp.* которые, как ожидается, смогут увеличить свои производственные показатели. Компания *Yamana Gold* осваивает золото-серебряные месторождения Серро-Морро (Серро Morro) и Агуа-Рика (Агуа Rica) в Аргентине. Ввод в эксплуатацию месторождения Серро-Морро состоится в 2018 г., в первые три года планируется добывать почти 5 т золота [46]. *IMGOLD Corp.* подготавливает к разработке месторождение Кот-Голд (Cote Gold) в Канаде, что позволит ей компенсировать убывающие мощности рудника Ятела (Yatela) в Мали.

Кроме крупных продуцентов, в мире действует множество мелких золотодобывающих компаний. Многие из них планируют расширить свое производство. Несмотря на давление снижающихся цен, реализация большинства проектов освоения новых золоторудных месторождений продолжается, особенно это касается проектов высокой степени готовности. Некоторые из месторождений уже введены в строй. В 2015 г. компания *Metals X* получила первое золото на месторождении Мерчисон в Австралии. Выход рудника на полную мощность ожидался в 2018 г., добыча составит более 6 т золота в год. Компания *Saracen Mineral Holdings* начала разработку месторождения Тандербокс (Thunderbox), ежегодно здесь планируется получать около 4 т золота. В Гане компания *Asanco Gold* ввела в эксплуатацию месторождение Оботан (Obotan). В апреле 2016 г. компания *True Gold Mining* получила первый слиток из руд месторождения Карма (Karma) в Буркина-Фасо [24].

Прогноз добычи золота на эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях до 2030 г.

В целом на разрабатываемых объектах мира в ближайшие пятнадцать лет прогнозируется устойчивый спад добычи. Уже в 2016 г. на них добыто меньше золота, чем в 2015 г., а к 2030 г. эксплуатируемые месторождения в совокупности будут давать почти вдвое меньше драгоценного металла, чем сегодня (рис. 13.5).

В то же время уже состоявшийся к настоящему моменту ввод в эксплуатацию новых месторождений позволит не только поддержать уровень производства золота, но и несколько его увеличить. А по мере реализации

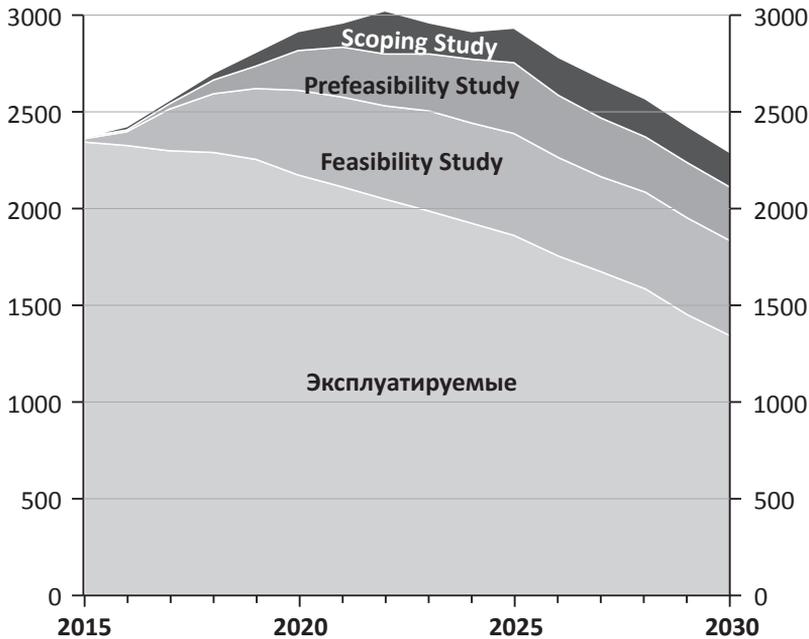


Рис. 13.5 Прогноз добычи золота на основе ресурсов эксплуатируемых и осваиваемых месторождений в 2015–2030 гг., т (по Китаю — только достоверные данные)

имеющихся проектов освоения новых золоторудных объектов уже с 2017 г. прогнозировался устойчивый рост добычи на 2–6% в год. Осваиваемые сегодня месторождения к 2022 г. обеспечат дополнительно 500–600 т золота в год. Это позволяет прогнозировать увеличение выпуска драгоценного металла в первой половине следующего десятилетия более чем на 30% по сравнению с 2015 г.

Следует, однако, оговориться, что это справедливо лишь при условии, что все имеющиеся на сегодняшний день проекты будут завершены в срок. Вероятность того, что это произойдет, велика для проектов, близких к выполнению, на которых реализуется feasibility study. Они смогут обеспечить примерно 10% роста добычи золота уже в 2018 г., однако после 2020 г. в мире может начаться спад производства, если не будут вводиться в разработку месторождения, на которых сегодня реализуются pre-feasibility study и scoping study. В условиях снижавшихся в 2013–2015 гг. цен на золото (рис. 13.6) своевременное завершение таких проектов находилось под вопросом, поскольку горнодобывающие компании вынуждены были оптимизировать свои производственные расходы. В связи с этим ввод в эксплуатацию некоторых месторождений откладывался на более поздний срок, некоторые проекты

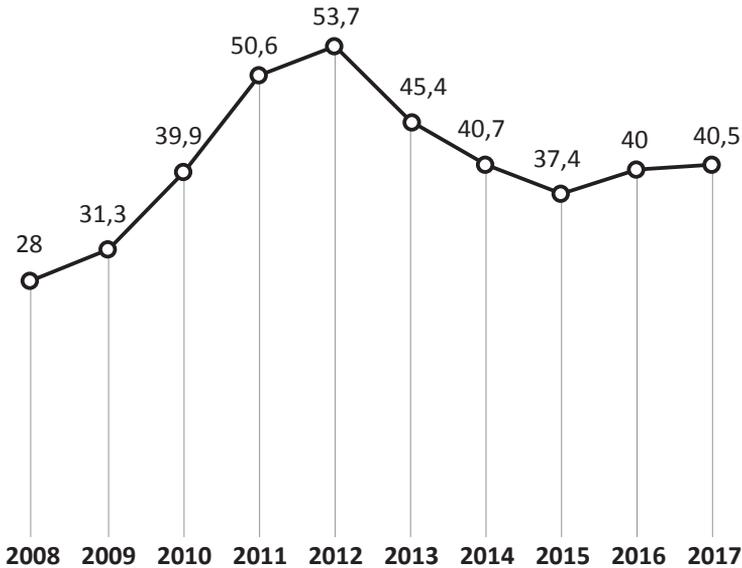


Рис. 13.6 Динамика среднегодовых цен на золото на Лондонской бирже драгоценных металлов (LBMA) в 2008–2017 гг., долл./г.

были заморожены. Правда, таких было немного. Среди крупных можно отметить только Паскуа-Лама в Чили, на котором компания *Barrick Gold Corp.* приостановила работы до 2017 г., существенную роль в этом сыграли также протесты местных жителей, обеспокоенных состоянием окружающей среды.

Рост цен, фиксирующийся с 2016 г., повышает вероятность ввода в эксплуатацию месторождений, находящихся на ранних стадиях освоения, тем более, что даже при условии успешной реализации всех имеющихся проектов после 2025 г. подготовленных добычных мощностей будет уже недостаточно, чтобы компенсировать продолжающееся истощение сырьевых баз эксплуатируемых объектов. Это может привести к снижению добычи драгоценного металла в мире; темпы его, как ожидается, будут составлять 4–5% в год. Прогнозируется, что к 2030 г. в мире будет добываться примерно на 5% золота меньше, чем в 2015 г. Это, однако, справедливо только в том случае, если в мире не появятся новые проекты освоения золоторудных месторождений, а они, очевидно, возникнут, поскольку потребление золота в мире, несмотря на его вариативный характер, в целом растет и к 2030 г. может увеличиться на 5–6% по сравнению с уровнем 2015 г. (рис. 13.7). Часть спроса на него удовлетворяется за счет поставок вторичного металла, однако главным источником золота по-прежнему остаются недра планеты.

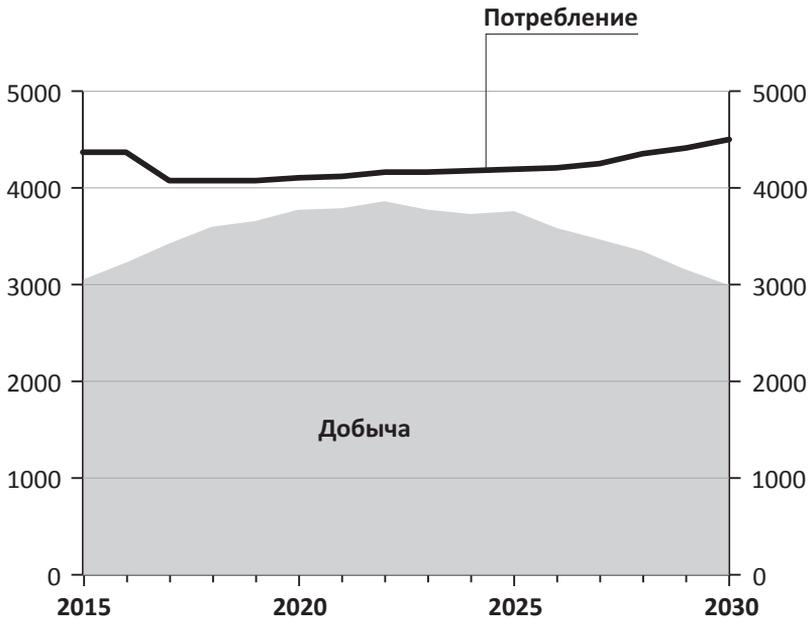


Рис. 13.7 Прогноз потребления золота и его добычи на основе ресурсов эксплуатируемых и осваиваемых месторождений в 2015–2030 гг., тонн (по Китаю использованы статистические данные по стране в целом)

Таким образом, имеющаяся на сегодняшний день мировая сырьевая база золота достаточна, чтобы обеспечить существенный рост его добычи в ближайшее десятилетие. Однако в дальнейшем истощение запасов и ресурсов как эксплуатируемых, так и осваиваемых сегодня месторождений может привести к спаду производства. Это, вкуче с начавшимся ростом цен, очевидно, вновь активизирует геологоразведочные работы на золото в мире, которые, как ожидается, восполнят убыль его сырьевой базы.

В России в обработку вовлекаются крупные золото-кварцевые и золото-сульфидные месторождения в углеродсодержащих песчано-сланцевых толщах (Наталкинское, Нежданнинское, Чертово Корято и ряд более мелких). Выход новых рудников на проектную мощность позволит в ближайшие годы сохранить тенденцию к росту добычи в стране, однако уже с 2020 г. может начаться спад производства драгоценного металла. Это делает особенно актуальным освоение гигантского месторождения Сухой Лог и ввод в эксплуатацию других объектов, в том числе порфирировых с попутным золотом (Песчанка и др.). При этом истощение эксплуатируемых месторождений в России, как и в мире, будет продолжаться и в дальнейшем, что диктует настоятельную необходимость проведения интенсивных геологоразведочных работ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Данные ИС МСК мира
2. Константинов М. М. Сидоров А. А. и др: Золоторудные гиганты России и мира: Научный мир. 2000
3. Минеральное сырье: от недр до рынка: Научный мир. 2011
4. Министерство Национальной Экономики Республики Казахстан. Комитет по статистике. Основные показатели работы промышленности Республики Казахстан за январь-декабрь 2016 г. Производство промышленной продукции в натуральном выражении. 2017
5. Минфин России. Пресс-центр. О добыче и производстве золота и серебра в 2014 году
6. Некрасов Е. М., Дорожкина Л. А., Дудкин Н. В. Особенности геологии и структуры крупнейших золоторудных месторождений эндогенного класса: Астрейя-центр. 2015
7. Союз золотопромышленников. Аналитика Союза. Предварительные итоги добычи и производства золота в Российской Федерации в 2012 году
8. AngloGoldAshanti. Integrated Report 2015
9. Australian Government, Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources 2014
10. Australian Government, Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources 2015
11. B2Gold Corp. Projects. Burkina Faso. Kiaka Project
12. Barrick Gold Corp. Annual Report 2014
13. Barrick Gold Corporation. Annual Report
14. British Geological Survey. Minerals UK. European mineral statistics 2009–13
15. British Geological Survey. World Mineral Production 2009–2013
16. China Geological Survey. China Mineral Resources 2016
17. Compania de Minas Buenaventura S. A. A. Memoria Annual 2014
18. Crystallex International Corporation. Technical Report Update on the Las Cristinas Project, Bolivar State, Venezuela
19. DNPM (Departamento Nacional de Producao Mineral). Sumario Mineral 2015. 2016
20. Dundee Precious Metals. Annual Report 2015
21. Freeport-McMoRan Inc. FORM 10-K Annual Report 2015
22. GFMS Gold Survey 2014
23. GFMS Gold Survey 2015
24. GFMS Gold Survey 2016
25. GFMS. Gold Survey 2013
26. Goldcorp Inc. Annual Report 2015. 2016
27. Government of India. Ministry of Mines. Indian Bureau of Mines. Mining & Mineral Statistics. Statistical Profiles of Minerals 2013–14
28. Kinross Gold Corporation. Cerro Casale Project, Northern Chile. NI 43–101 Technical Report
29. Ministry of Energy and Mineral Resources Republic of Indonesia. Directorate General of Mineral and Coal. Indonesia Mineral and Coal Information 2015
30. National Bureau of Statistics of China. China Statistical Yearbook 2016. Resources and Environment. 8–4 Ensured Reserves of Major Mineral
31. Natural Resource Holdings. Global gold mine and deposit rankings 2013
32. New Gold Inc. Blackwater Gold project British Columbia. NI 43–101 Technical report on Feasibility Study
33. Newcrest Mining Ltd. Annual Report 2014
34. Newmont Mining Corp. Annual Report 2015
35. Newmont Mining Corporation. Newmont Announces Full Year and Fourth Quarter 2015 Results
36. Northern Dynasty Minerals Ltd. Preliminary Assessment of the Pebble Project

37. Peru Ministerio de Energia y Minas. Peru Anuario Minero 2015. Estadística Minera. 2016. <http://www.minem.gob.pe>
38. Polys Gold. Annual Report 2016
39. Polyus Gold. Annual report 2015
40. Pretium Resources Inc. Projects. Brucejack. Overview
41. Rio Tinto. Annual Report 2014
42. St. Augustine Gold & Copper Ltd. King-king Copper-Gold Project. NI 43–101 Technical Report Preliminary Feasibility Study. Mindanao, Philippines
43. Turquoise Hill Resources Ltd. Oyu Tolgoi 2014 Technical Report
44. USGS. Mineral Commodity Summaries 2016
45. Vista Gold. NI 43–101 Technical Report — Mt. Todd Gold Project. 50,000 tpt Preliminary Feasibility Study. Northern Territory, Australia
46. World Metal Statistics Yearbook 2016
47. Yamana Gold Inc. Portfolio. Development
48. Zijin Mining Group Company Ltd. 2014 Annual Report



СЕРЕБРО

Анализ мировых добычных возможностей эксплуатируемых и осваиваемых месторождений серебра основывается на данных о ресурсах, запасах, добыче и ожидаемом производстве более чем на 800 месторождениях и группах месторождений. Массив данных, использованных для анализа, включал все основные объекты с ресурсами серебра мира, в том числе эксплуатируемые месторождения и значимые проектируемые добывающие предприятия зарубежных стран. Российские объекты, фигурирующие в Государственном балансе запасов полезных ископаемых Российской Федерации, учтены полностью.

В 2015 г. в мире, по оценке агентства Thomson Reuters, добыто 27,6 тыс. т серебра [28]. Суммарная добыча металла на эксплуатируемых месторождениях, участвовавших в анализе, составила 24,3 тыс. т. Таким образом, в обзоре использованы данные о месторождениях, дающих около 88% мирового производства. Причиной некоторой неполноты явился дефицит доступной информа-

ции по ряду стран, в которых отчеты государственных статистических служб и горнодобывающих компаний преимущественно не являются публичными. Наибольшую трудность представляет отсутствие количественных данных по большинству месторождений Китая, который обеспечивает 10–12% мировой добычи серебра; такие сведения дают единичные компании с иностранным участием, действующие по международным стандартам и публикующие отчеты о своей деятельности. В связи с этим в ряде случаев использовались данные, предоставляемые Китайской государственной статистической службой в целом по стране. Подобным образом проводилась оценка сырьевых баз и производства Чили, где серебро добывается в основном попутно с медью и учет его компаниями не ведется, Индии (не всегда учитывается серебро, добываемое на свинцово-цинковых объектах), ЮАР и некоторых других стран. В ряде случаев для анализа их добычных возможностей использовалась экспертная оценка.

Особенностью сырьевой базы серебра является ее комплексность. В мире не известны мономинеральные серебряные месторождения, они всегда комплексные, причем серебро может выступать в роли как основного, так и попутного компонента. В связи с этим месторождения серебра условно разделяются на собственно серебряные и серебросодержащие месторождения. К первой группе относятся объекты, в рудах которых удельная стоимость серебра превышает 50%, они обеспечивают не более 20–30% мировой добычи драгоценного металла. Основное количество серебра добывается попутно при разработке комплексных серебросодержащих месторождений — свинцово-цинковых, меднопорфировых, золоторудных, колчеданных, золото-мышьяково-сульфидных, золото-серебро-марганцовистых и др. [1]. В 2015 г., по данным Thomson Reuters, на собственно серебряных месторождениях было добыто около 30% серебра, попутно со свинцом и цинком — 34%, медью — 22%, золотом — 13%, другими металлами — менее 1% [28, с. 99].

Среди *собственно серебряных месторождений* наибольшее промышленное значение имеют золото-серебряные, в меньшей степени — жильные свинцово-серебряные, преимущественно связанные с риолитовыми, андезит-риолитовыми и гранит-порфировыми формациями вулканоплутонических поясов и зон тектоно-магматической активизации.

Основой ресурсной базы золото-серебряных месторождений являются объекты эпитермального геолого-промышленного типа, приуроченные к тектоническим структурам вулканоплутонических поясов активных окраин континентов. Среди них выделяются как собственно серебряные с попутными золотом, свинцом, цинком, медью, так и серебросодержащие, где основным компонентом чаще всего является золото. В совокупности на их долю в мире приходится более четверти мировой добычи серебра.

Рудные тела эпitherмальных месторождений представляют собой минерализованные зоны дробления протяженностью до 1 км и мощностью от нескольких метров до первых десятков метров, залегающие среди метасоматически измененных вулканитов. Распределение оруденения выдержанное, с крупными рудными столбами. Главными рудными минералами являются акантит, самородное серебро, кюстелит, электрум, самородное золото. Среднее содержание серебра в рудах месторождений этого типа сильно варьирует и в собственно серебряных объектах достигает сотен граммов на тонну. В комплексных существенно золотых месторождениях концентрация серебра в 1 г/т позволяет рассматривать его как попутный промышленный компонент.

По количеству ресурсов серебра эпitherмальные месторождения также разнообразны, среди них встречаются уникальные по масштабу, содержащие более 10 тыс. т серебра: Корани (Corani) в Перу, Паскуа-Лама (Pascua-Lama) в Чили, Саусито (Saucito) в Мексике, Сан-Кристобаль (San Cristobal) в Боливии, российское Дукатское и др.

Свинцово-серебряные объекты представлены весьма сходной группой месторождений, свойственных как периферическим частям и карбонатно-терригенному основанию вулcano-плутонических поясов, так и терригенно-сланцевым поясам [4]. Рудные тела массивных и прожилково-вкрапленных руд представлены жильными полями, жилами и минерализованными зонами дробления протяженностью от первых сотен метров до 1,5 км и более. Главными рудными минералами являются сереброносный галенит, сфалерит, халькопирит и тетраэдрит; среднее содержание серебра в рудах — от 90 до 1000 г/т.

По масштабам оруденения свинцово-серебряные жильные месторождения преимущественно средние (от 500 т до 3 тыс. т серебра) и крупные (от 3 тыс. т до 10 тыс. т). Среди них — Вертикальное, Прогноз, Гольцовое в России, Галена (Galena) в США, Боливар (Bolivar) и Пулакайо (Pulacayo) в Боливии, мексиканские Росарио (Rosario) и Питаррилья (Pitarrilla).

Среди комплексных серебряносодержащих месторождений важную роль играют следующие геолого-промышленные типы:

- стратиформные свинцово-цинковые и медные в карбонатных и терригенных породах;
- медно-свинцово-цинковые колчеданные в терригенных породах;
- медноколчеданные в осадочно-вулканогенных породах;
- колчеданно-полиметаллические в осадочно-вулканогенных породах;
- месторождения порфирирового семейства.

Стратиформные свинцово-цинковые и медные месторождения, локализующиеся в карбонатных и терригенных породах, в качестве основных промышленных компонентов содержат цветные металлы, такие как свинец, цинк и медь, и редко вмещают крупные скопления попутного серебра, чаще они характеризуются мелким и средним масштабом. Содержание серебра в рудах месторождений этого типа варьирует от первых десятков грамм на тонну до 200–220 г/т, в среднем составляя около 80–100 г/т, при этом более высокие содержания характерны для свинцово-цинковых объектов, а более низкие — для медных.

Уникальными по количеству заключенного в нем серебра являются медные месторождения Любин-Маломице (Lubin-Malomice) и Рудна (Rudna) в Польше, крупные ресурсы включают полиметаллические объекты Дугалд-Ривер (Dugald River) в Австралии и Рок-Крик (Rock Creek) в США. В России стратиформные серебросодержащие месторождения немногочисленны и пока не разрабатываются; подготавливаются к эксплуатации уникальное по количеству серебра Удоканское медное месторождение и среднее по масштабу свинцово-цинковое Павловское.

Медно-свинцово-цинковые колчеданные месторождения в терригенных породах локализуются преимущественно в метаморфизованных породах докембрийского возраста и характеризуются средними и крупными масштабами серебряного оруденения, а также хорошим качеством руд (среднее содержание серебра — более 100 г/т). В их числе — уникальные по ресурсам серебра австралийские Маунт-Айза (Mount Isa), Джордж-Фишер (George Fisher) и Каннингтон (Cannington), причем последнее рассматривается как собственно серебряное. Два российских объекта этого типа — крупные: Горевское месторождение с богатыми серебром рудами (57 г/т) разрабатывается, Холоднинское находится в природоохранной зоне оз. Байкал, где добыча металлов запрещена.

Месторождения этого геолого-промышленного типа обеспечивают около 10% мировой добычи серебра.

Колчеданные месторождения других типов и объекты порфирирового семейства играют меньшую роль в мировом производстве драгоценного металла, в совокупности на них приходится не более пятой части мировой добычи серебра.

Медноколчеданные месторождения в осадочно-вулканогенных породах по количеству заключаемого в них серебра являются преимущественно мелкими и средними, характеризуются изменяющимся в широких пределах, но в целом сравнительно высоким содержанием серебра в рудах — в среднем 60–80 г/т. Среди объектов этого типа — месторождение Мира-Фолс (Myra Falls) в Канаде, Гацунь (Gacun) в Китае, Хеллер (Hellyer) в Австралии. Особую роль медноколчеданные месторождения играют в российской добыче серебра: из

руд объектов Среднего и Южного Урала (Юбилейного, Джусинского, Майского, Гайского и др.) извлекается около пятой части отечественного металла.

Колчеданно-полиметаллические месторождения в осадочно-вулканогенных породах также характеризуются в целом качественными рудами и небольшими запасами, хотя в сравнении с медноколчеданными они заключают несколько большие объемы серебра. К этому типу относятся Зинкгруван (Zinkgruvan) в Швеции, Бингем-Каньон (Bingham Canyon) в США, Альпамарка (Alpamarca) в Перу, российские месторождения Рудного Алтая.

Среди **порфириновых месторождений** наиболее продуктивны на серебро меднопорфириновые объекты, хотя среднее содержание его редко превышает первые граммы на тонну. Эти месторождения отличаются крупными запасами серебра и в мире активно обрабатываются. Крупнейшими из них являются месторождение Торомочо (Togomochi) в Перу, Ую-Толгой (Oyu Tolgoi) в Монголии, Маунт-Полли (Mount Polley) в Канаде, Грасберг (Grasberg) в Индонезии и др.

Кроме того, серебро добывается попутно из руд серебросодержащих сульфидных медно-никелевых, скарново-полиметаллических, золото-урановых, железорудных и других комплексных месторождений; эти объекты не отображены на диаграммах. Роль каждого отдельного типа в мировом производстве серебра незначительна, хотя на российских медно-никелевых месторождениях Норильского рудного района добывается около 5% отечественного серебра.

Подробные описания этих геолого-промышленных типов месторождений даны в соответствующих разделах.

Информации для отнесения зарубежных месторождений к тому или иному геолого-промышленному типу не всегда достаточно, поскольку в отчетах иностранных горнодобывающих компаний основное внимание уделяется экономическим параметрам, а сведения об особенностях строения и генезисе оруденения весьма скудны. Такие объекты выделялись в группу «прочие».

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ СЕРЕБРА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ВЕДУЩИХ ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ТИПОВ ДО 2030 г.

Анализ добычных возможностей сырьевой базы серебра на период до 2030 г. показывает, что в пятнадцатилетней перспективе роль месторождений различных геолого-промышленных типов в добыче серебра принципиально не изменится. По-прежнему первую позицию будут занимать эпitherмальные золото-серебряные объекты. Добыча на них до конца текущего десятилетия будет возрастать за счет освоения новых объектов, в частности, мексиканского Метатес (Metates), перуанского Корани и ряда других (рис. 14.1). Однако после

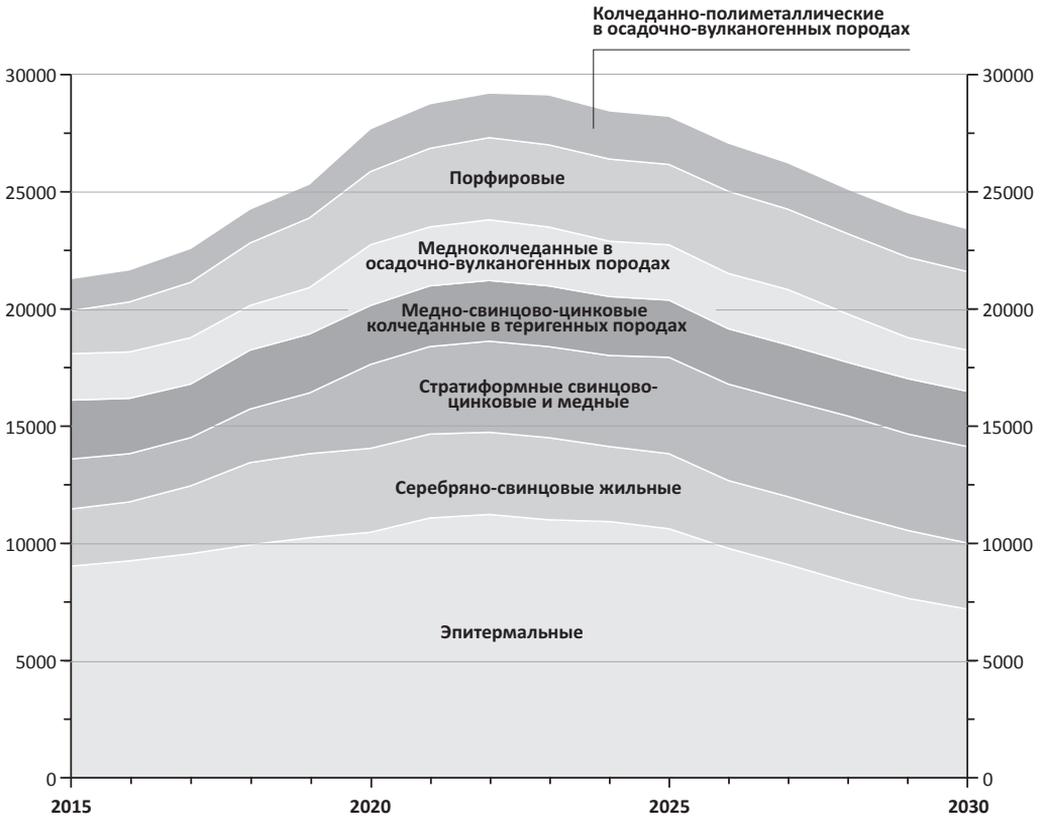


Рис. 14.1 Прогноз добычи серебра на основе ресурсов месторождений различных геолого-промышленных типов в мире в 2015–2030 гг., тонн

2020 г. ожидается исчерпание ресурсов ряда крупных и мелких месторождений, в том числе Сан-Бартоломе (San Bartolome) в Боливии, Аламо-Дорадо (Alamo Dorado) в Мексике, Арката (Arcata) в Перу; позднее будут исчерпаны ресурсы мексиканских месторождений Сан-Димас (San Dimas) и Пальмарехо (Palmarejo), аргентинских Пиркитас (Pirquitas) и Сан-Хосе (San Jose), российских Дукатского и Гольцового, чилийского Эль-Пеньон (El Penon) и др. В результате в 2030 г. добыча серебра на эпитермальных месторождениях составит только 25% суммарной в мире против 37% в 2015 г.

Большой вклад в производство будут вносить жильные серебряно-свинцовые месторождения. Уже в ближайшие годы могут быть вовлечены в эксплуатацию месторождения Пулакайо в Боливии, Питаррилья в Мексике, Вертикальное в России, к середине 2020-х гг. может возобновиться проект освоения мексиканского месторождения Сан-Фелипе (San Felipe).

Значимость стратиформных свинцово-цинковых и медных месторождений, напротив, может увеличиться. Наибольший вклад ожидается со стороны нескольких крупных объектов, которые, вероятно, будут введены в промышленную эксплуатацию в 2021 г.: это свинцово-цинковые месторождения Лик (Lik) в США и Дугалд-Ривер в Австралии, медные Глогув-Глебоки (Glogow Gleboki) в Польше и российское Удоканское, хотя вероятность его скорого освоения под вопросом.

Освоение новых медно-свинцово-цинковых колчеданных месторождений в терригенных породах, в том числе таких, как Прэри-Крик (Prairie Creek) в Канаде и Фувань (Fuwan) в Китае, со временем сможет компенсировать выбывание мощностей остановленного в 2015 г. рудника на австралийском месторождении Сенчери (Century) и ожидаемую позднее консервацию рудников Сабинас (Sabinas) в Мексике, Карибу (Caribou) в Канаде и ряда более мелких предприятий из-за истощения их сырьевой базы. В результате добыча на таких объектах останется на прежнем уровне.

Умеренный рост ожидается в отношении роли колчеданно-полиметаллических объектов, локализованных в осадочно-вулканогенных толщах. В то же время медноколчеданные объекты в осадочно-вулканогенных породах могут уменьшить свою значимость.

До 2020 г. ожидается ввод в эксплуатацию почти двух десятков объектов порфирового семейства, среди которых молибден-меднопорфировое Касино (Casino) и группа золото-меднопорфировых месторождений Керр-Салфьюретс-Митчелл (Kerr Sulphurets Mitchell) в Канаде, молибден-меднопорфировые Розмонт (Rosemont) в США и Агуа-Рика (Agua Rica) в Аргентине, меднопорфировое Серро-дель-Гальо (Cerro del Gallo) в Мексике и др. Это увеличит в пятнадцатилетней перспективе значение порфирировых месторождений в добыче серебра.

Около пятой части серебра будет по-прежнему добываться на месторождениях других типов (сульфидных медно-никелевых, скарново-полиметаллических, золото-урановых, железорудных и др.).

Прогноз добычи серебра на важнейших месторождениях мира до 2030 г.

Более 20% добываемого в мире серебра обеспечивают всего десять крупнейших рудников, извлекающих из недр более 400 тонн серебра в год каждый (рис. 14.2). Шесть из них эксплуатируют собственно серебряные месторождения — Саусито и Фреснильо (Fresnillo) в Мексике, Каннингтон в Австралии,

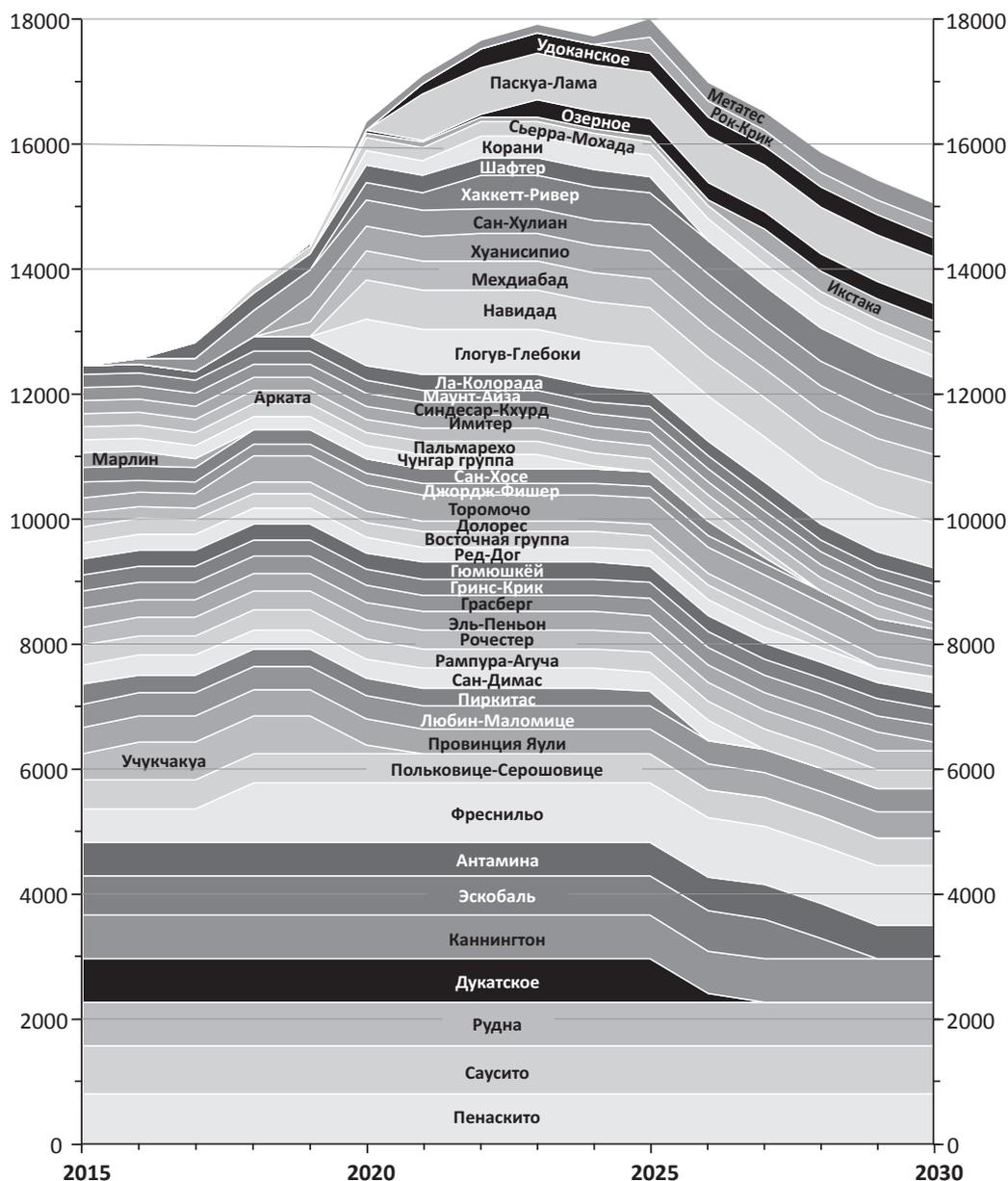


Рис. 14.2 Прогноз добычи серебра на основе ресурсов важнейших месторождений мира в 2015–2030 гг., тонн

Учукчакуа (Uchucchacua) в Перу и Эскобаль (Escobal) в Гватемале, Дукат в России. На остальных месторождениях — серебряно-золотом Пенаскито (Penasquito) в Мексике, медных Рудна и Польковице-Серошовице (Polkowice-Sieroszowice) в Польше и Антамина (Antamina) в Перу — серебро добывается попутно. Два из них, Дукатское и Учукчакуа, будут отработаны уже в пятнадцатилетней перспективе, в то время как на месторождении Фреснильо к концу текущего десятилетия планируется удвоение производства, причем его ресурсов достаточно для эксплуатации с увеличенной мощностью до 2030 г. и далее. Если это произойдет, месторождение окажется лидером по добыче серебра в мире.

Около 40% драгоценного металла извлекается почти на шести десятках месторождений, рудники на которых производят от 100 т до 400 т серебра в год. Ресурсы многих из них — Пиркитас и Сан-Хосе в Аргентине, Сан-Димас и Пальмарехо (Мексика), Марлин (Marlin) (Гватемала), Лунное, Юбилейное, Гольцовое (Россия) и др. могут быть исчерпаны в ближайшие пятнадцать лет.

Остальной металл извлекается из недр более чем 320 месторождений, рудники на которых добывают менее 100 т серебра в год.

Несмотря на исчерпание значительного числа эксплуатируемых объектов, сокращения мировой добычи серебра в ближайшее время не ожидается, более того, вероятен заметный ее рост. Поддержать производство серебра смогут осваиваемые в настоящее время объекты, которых в мире сегодня насчитывается около полутора сотен; крупнейшие из них приведены в таблице 14.1. Наиболее заметными событиями может стать пуск предприятий, обрабатывающих такие месторождения, как Паскуа-Лама в Чили, где планируется добывать 745 т серебра в год, Глогув-Глебоки в Польше (720 т), Навидад (Navidad) в Аргентине (около 630 т), Мехдибад (Mehdiabad) в Иране (465 т), Хуанисипио (Juanicipio) в Мексике (440 т).

Таблица 14.1 Крупнейшие действующие проекты освоения серебряных и серебросодержащих месторождений серебра в мире

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по выпуску серебра в сплаве Доре или концентрате, тонн	Другие полезные компоненты
Эпитермальные в вулканогенных и терригенно-вулканогенных породах					
Блекуотер	Канада	FS	2017	108	Au**
Икстака	Мексика	SS	2020	330	Au**

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по выпуску серебра в сплаве Доре или концентрате, тонн	Другие полезные компоненты
Корани	Перу	FS	2020	225–355	Pb, Zn
Метатес	Мексика	FS	2020	140–310	Au**, Zn
Монтедре	Мексика	SS	2017	40	Au
Навидад	Аргентина	SS	2020	630	Cu, Pb
Сан-Хулиан	Мексика	FS	2016	320–400	Au, Zn, Pb
Серро-Моро	Аргентина	PFS	2018	165	Au**
Тайвальярви	Финляндия	FS	2017	50	Au, Zn, Pb
Хуанисипио	Мексика	PFS	2019	230–440	Au, Zn, Pb
Стратиформные свинцово-цинковые и медные в карбонатных и терригенных породах					
Дугалд-Ривер	Австралия	FS	2018	81	Zn**, Pb
Глогув-Глебоки	Польша	н/д	2020	720	Cu**
Лик	США	SS	2018	50	Zn**, Pb
Мехдибад	Иран	FS	2019	465	Zn**, Pb
Павловское	Россия	н/д	2025	20	Zn**, Pb
Рок-Крик	США	PFS	2025	250	Cu**
Сьерра-Мохата	Мексика	SS	2018	215	Zn
Удоканское	Россия	FS	2021	277	Cu**, Au
Медно-свинцово-цинковые колчеданные в терригенных породах					
Прэри-Крик	Канада	PFS	2021	65	Zn**, Pb
Фувань	Китай	FS	2018	160	Pb, Zn, Au
Медноколчеданные в осадочно-вулканогенных породах					
Подольское	Россия	FS	2019	80	Cu**, Au, Zn, Pb
Колчеданно-полиметаллические в осадочно-вулканогенных породах					
Енипазар	Турция	FS	2018	45	Au**, Cu, Zn, Pb
Кемпфилд	Австралия	SS	2020	70	Au, Zn, Pb
Озерное	Россия	FS	2019	280	Zn**, Pb
Хаккетт-Ривер	Канада	SS	2020	290–530	Zn**, Au, Cu, Pb

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по выпуску серебра в сплаве Доре или концентрате, тонн	Другие полезные компоненты
Порфирировые					
Агуа-Рика	Аргентина	SS	2021	106	Cu**, Mo, Au
Касино	Канада	FS	2019	70	Mo**, Cu, Au
Керр-Салфьюретс-Митчелл	Канада	PFS	2019	124	Au**, Cu, Mo
Махистраль	Перу	FS	2019	20	Cu**, Mo
Розмонт	США	FS	2017	110	Cu**, Mo
Серро-дель-Гальо	Мексика	FS	2016	18	Au**, Cu
Эль-Пачон	Аргентина	FS	2018	60–125	Au**, Cu, Mo
Скарново-полиметаллические					
Камино-Рохо	Мексика	PFS	2021	30–57	Au, Zn, Pb
Лас-Бамбас	Перу	FS	2016	170	Cu**, Mo, Au
Медиа-Луна	Мексика	SS	2020	66	Au**, Cu
Серебряно-свинцовые жильные					
Вертикальное	Россия	FS	2017	80	–
Питаррилья	Мексика	FS	2017	140	Zn, Pb
Пулакайо	Боливия	FS	2018	130	Zn, Pb
Нет данных					
Рей-де-Плата	Мексика	FS	2018	146	Cu, Au, Zn, Pb

* SS — Scoping Study, PFS — Prefeasibility Study, FS — Feasibility Study

** — основной компонент

Ведется строительство серии рудников годовой мощностью 200–400 т. Это Сан-Хулиан (San Julian), Метатес, Икстака (Ixtaca) и Сьерра-Мохада (Sierra Mojada) в Мексике, Корани в Перу, Удоканское и Озерное в России, Хаккетт-Ривер (Hackett River) в Канаде, Рок-Крик в США и др. Своевременный ввод этих проектов в эксплуатацию может в первой половине следую-

щего десятилетия существенно увеличить добычу серебра в мире. Ведется также освоение множества более мелких месторождений во всем мире, в том числе в Канаде, Боливии, Аргентине, других латиноамериканских странах, реже — в Европе и Азии.

Следует отметить, что, несмотря на неблагоприятную конъюнктуру мировых рынков минерального сырья, сложившуюся в последние годы, реализация большинства проектов, заложенных в период высоких цен на сырьевые товары, продолжается. Однако в ряде случаев компании вынуждены проводить их оптимизацию, что часто означает изменение запасов месторождений, мощности проектируемых предприятий для их отработки, а также дополнительные временные затраты — в результате выполнение части проектов затягивается. При этом некоторые проекты оптимизировать не удалось и их реализация отложена на неопределенный срок. Крупнейшим из таких стал проект освоения месторождения Ла-Пресиоса (La Preciosa) в Мексике, на котором предполагалось добывать более 200 т серебра ежегодно. Тем не менее, количество таких проектов невелико (табл. 14.2), а их приостановка пока не оказала влияния на перспективы отрасли.

Развитие проектов может затормозиться и по другим причинам: экологическим, политическим и пр. Так, в 2012 г. был заморожен проект компании *TriMetals Mining Inc.* по освоению уникального по масштабу серебряного оруденения месторождения Мальку-Кота (Malku Khota) в Боливии из-за требования правительства его национализировать [29]. В 2014 г. приостановлено действие лицензии компании *Bear Creek Mining Corp.* на освоение крупного месторождения Санта-Ана (Santa Ana) в Перу; компания пытается восстановить свои права в судебном порядке [8]. Таким образом, даже рентабельные для эксплуатации месторождения иногда могут оставаться неосвоенными.

Таблица 14.2 Проекты освоения месторождений серебра с отложенной реализацией

Проект	Страна	Стадия освоения*	Ранее планируемый год ввода в строй	Проектная мощность по выпуску серебра в сплаве Доре или концентрате, тонн	Другие полезные компоненты
Эпитермальные в вулканогенных и терригенно-вулканогенных породах					
Ла-Пресиоса	Мексика	FS	2017	210	Au

Проект	Страна	Стадия освоения*	Ранее планируемый год ввода в строй	Проектная мощность по выпуску серебра в сплаве Доре или концентрате, тонн	Другие полезные компоненты
Санта-Ана	Перу	FS	2014	60	Zn, Pb
Медно-свинцово-цинковые колчеданные в терригенных породах					
Мальку-Кота	Боливия	PFS	2015	325	Zn, Cu, Pb, In
Серебряно-свинцовые жильные					
Сан-Фелипе	Мексика	PFS	2018	30	Zn, Pb
Колчеданно-полиметаллические в осадочно-вулканогенных породах					
Арипуанан	Бразилия	PFS	2016	50	Zn**, Au, Cu, Pb
Талсекуа-Чиф	Канада	FS	2014	40	Zn**, Au, Cu, Pb

*SS — scoping study, PFS — pre-feasibility study, FS — feasibility study

** — основной компонент

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ СЕРЕБРА ОСНОВНЫХ СТРАН-ПРОДУЦЕНТОВ ДО 2030 г.

Запасами и ресурсами серебра располагают 70 стран мира (табл. 14.3). На сегодняшний день промышленные запасы серебра, по нашим данным, достигают 670 тыс. т, а его суммарные ресурсы превышают 1856 тыс. т.

Таблица 14.3 Ресурсы и запасы серебра в мире, тонн

Страна	Категория	Значение
Россия*	Запасы категорий A+B+C ₁	65018
	Запасы категории C ₂	53840
	Запасы забалансовые	16695

Добычные возможности недр

Страна	Категория	Значение
Австралия	Proved + Probable Reserves	26070
	Measured + Indicated + Inferred Resources	129820
Азербайджан	Proved + Probable Reserves	164^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	470 ^r
Аргентина	Proved + Probable Reserves	12180^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	72500 ^r
Армения	Proved + Probable Reserves	520^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	3750 ^r
Болгария	Proved + Probable Reserves	160^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1560 ^r
Боливия	Proved + Probable Reserves	22690^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	32820 ^r
Ботсвана	Proved + Probable Reserves	290^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	5910 ^r
Бразилия	Reserva Lavravel	3865
	Measured + Indicated + Inferred Resources	6370 ^r
Буркина-Фасо	Measured + Indicated + Inferred Resources	600 ^r
Великобритания	Proved + Probable Reserves	27^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	140 ^r
Венгрия	Resources	320 ^r
Венесуэла	Measured + Indicated + Inferred Resources	370 ^r
Гаити	Inferred Resources	212 ^r
Гватемала	Proved + Probable Reserves	9900^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	13080 ^r
Гондурас	Proved + Probable Reserves	110^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	600 ^r

Страна	Категория	Значение
Гренландия	Proved + Probable Reserves	30^t
	Measured + Indicated + Inferred Resources	80 ^t
Греция	Proved + Probable Reserves	2210^t
	Measured + Indicated + Inferred Resources	3720 ^t
Дем.Респ.Конго	Measured + Indicated + Inferred Resources	160 ^t
Доминик.Респ.	Proved + Probable Reserves	3010^t
	Measured + Indicated + Inferred Resources	5960 ^t
Замбия	Measured + Indicated + Inferred Resources	120 ^t
Индия	Proved + Probable Reserves	25090^t
	Measured + Indicated + Inferred Resources	45800 ^t
Индонезия	Proved + Probable Reserves	10950^t
	Measured + Indicated + Inferred Resources	24240 ^t
Иран	Proved + Probable Reserves	7800^t
	Measured + Indicated + Inferred Resources	19710 ^t
Испания	Proved + Probable Reserves	600^t
	Measured + Indicated + Inferred Resources	7500 ^t
Казахстан	Proved + Probable Reserves	8450^t
	Measured + Indicated + Inferred Resources	21890 ^t
Канада	Proved + Probable Reserves	24110^t
	Measured + Indicated + Inferred Resources	82400 ^t
Кения	Inferred Resources	62 ^t
Киргизия	Reserves	364
	Resources	2700
Китай	Ensured Reserves	38504
	Resources	237000

Добычные возможности недр

Страна	Категория	Значение
Колумбия	Proved + Probable Reserves	460^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	7820 ^r
Корея Северная	Resources	325
Корея Южная	Resources	3000
Косово	Reserves	805
Коста-Рика	Probable Reserves	80^r
	Indicated + Inferred Resources	220 ^r
Куба	Resources	2000 ^r
Лаос	Proved + Probable Reserves	540^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1080 ^r
Македония	Resources	720
Марокко	Proved + Probable Reserves	3750^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	4890 ^r
Мексика	Proved + Probable Reserves	112080^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	250150 ^r
Монголия	Proved + Probable Reserves	3420^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	20650 ^r
Мьянма	Proved + Probable Reserves	1500^r
Намибия	Proved + Probable Reserves	200^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	830 ^r
Никарагуа	Inferred Resources	250 ^r
Новая Зеландия	Proved + Probable Reserves	40^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	70 ^r
П.-Нов.Гвинея	Proved + Probable Reserves	1480^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	8190 ^r
Панама	Proved + Probable Reserves	3980^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	15970 ^r

Страна	Категория	Значение
Перу	Proved + Probable Reserves	123000
	Measured + Indicated + Inferred Resources	175270 ^r
Польша	Промышленные запасы	69360
	Запасы категорий A+B+C₁+C₂	107460
	Запасы забалансовые	41840
Португалия	Proved + Probable Reserves	2920^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	12300 ^r
Румыния	Proved + Probable Reserves	1970^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	4240 ^r
Сальвадор	Proved + Probable Reserves	100^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1490 ^r
Сауд. Аравия	Proved + Probable Reserves	180^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	405 ^r
Сербия	Proved + Probable Reserves	1150^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	2200 ^r
Словакия	Proved + Probable Reserves	200^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1290 ^r
США	Reserves	25000
	Measured + Indicated + Inferred Resources	145000 ^r
Таджикистан	Resources	55000 ^r
Таиланд	Proved + Probable Reserves	470^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1140 ^r
Танзания	Proved + Probable Reserves	160^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	415 ^r
Турция	Proved + Probable Reserves	6170^r
	Measured + Indicated + Inferred Resources	6890 ^r

Страна	Категория	Значение
Узбекистан	Reserves	1890^г
	Resources	6500 ^г
Украина	Запасы категорий А+В+С₁	158
	Resources	1140 ^г
Филиппины	Proved + Probable Reserves	150^г
	Measured + Indicated + Inferred Resources	930 ^г
Финляндия	Proved + Probable Reserves	70^г
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1420 ^г
Чехия	Potentially Economic Reserves	532
Чили	Proved + Probable Reserves	38870^г
	Measured + Indicated + Inferred Resources	77000 ^г
Швеция	Proved + Probable Reserves	6710^г
	Measured + Indicated + Inferred Resources	20670 ^г
Эквадор	Proved + Probable Reserves	520^г
	Measured + Indicated + Inferred Resources	5750 ^г
Эритрея	Probable Reserves	1090^г
	Measured + Indicated + Inferred Resources	2860 ^г
ЮАР	Resources	12160

По данным: [2; 3; 5; 9; 14; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 28; 30]

^г — по данным официальных источников

^г — сумма по известным месторождениям

Добыча серебра в мире в 2015 г. составила 27,6 тыс. т [28]. Половину мировой добычи серебра сегодня обеспечивает тройка лидеров — Мексика, Перу и Китай, в каждой из этих стран извлекается из недр более 3 тыс. т (табл. 14.4, рис. 14.3). В 2015 г. в этих странах добыто, соответственно, 21%, 15% и 12% суммарного объема драгоценного металла. Еще семь стран — Россия, Австралия, Чили, Боливия, Польша, США и Аргентина — ежегодно добывают от 1000 т до 1600 т серебра в год, что составляет от 3% до 6% мирового производства. В совокупности эти десять стран-производителей обеспечивают более 80% мировой добычи серебра из недр.

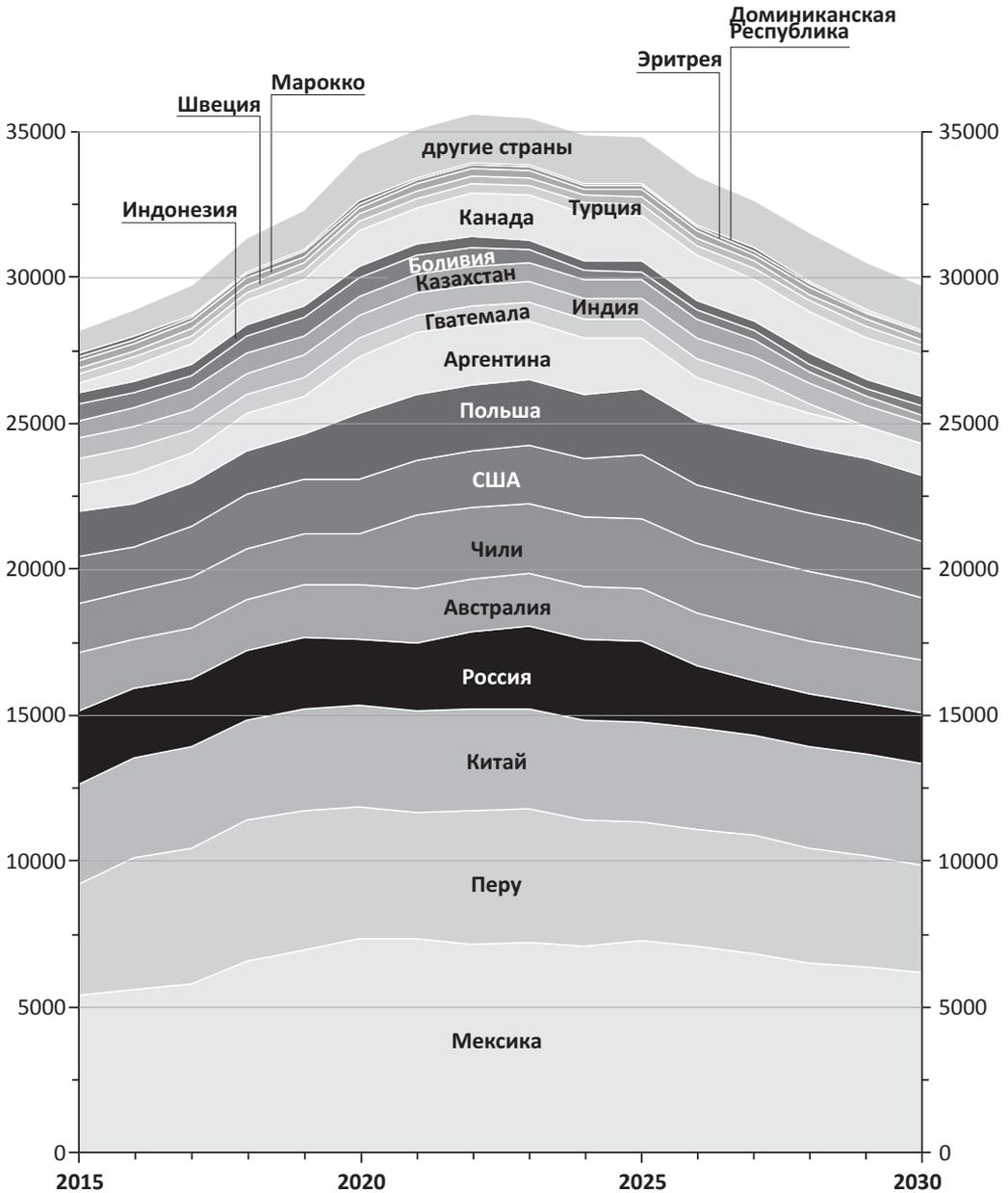


Рис. 14.3 Прогноз добычи серебра на основе ресурсов стран-производителей в 2015–2030 гг., тонн

Таблица 14.4 Динамика добычи серебра в мире в 2011–2015 гг., тонн

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Россия	1198	1384	1428	1434	1572
Австралия	1725	1727	1840	1675	1566
Азербайджан	1,22	0,626	0,63	0,2393	0,1379
Алжир	0,09	0,05	0,03	0,02	0*
Аргентина	709	762	774	905	1080
Армения	74	90	106	115	117
Болгария	17	19	19	18	19
Боливия	1214	1206	1281	1344	1306
Ботсвана	5	7	9	9	5
Бразилия	12	12	15	15	17
Буркина-Фасо	...	1	1	13	12
Великобритания	0,5	0,23	0,08	0	0
Венесуэла	1	1	1	1	2
Гана	2	2	3	3	2
Гватемала	273	205	280	858	863
Гондурас	49	51	51	56	35
Гренландия	0,01	0,03	0	...	...
Греция	25	30	29	27	32
Дем.Респ.Конго	11	14	62	8	2
Доминик.Респ.	19	27	87	140	127
Замбия	15	15	16	15	15
Зимбабве	3	4	4	4	4
Индия	234	280	333	261	374
Индонезия	190	165	255	239	304
Иран	112	109	99	98	102
Ирландия	6,11	9,45	7,82	6,44	3,77
Испания	30	33	31	31	27

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Италия	0,1	0,1	0	0	...
Казахстан	547	545	610	590	538
Канада	582	685	640	495	380
Киргизия	10	6	11	10	12
Китай	3191	3401	3529	3499	3392
Колумбия	24	19	14	12	16
Корея Северная	27	27	28	28	26
Корея Южная	2,6	2,93	3,9	3,3	4,6
Косово Респ.	1,8	1,8	0	0	0
Кот-д'Ивуар	0,41	0,57	0,65	0,6	0,58
Лаос	18	20	31	40	41
Македония	9	10	11	10	11
Малайзия	0,5	1,63	0,36	0,53	0,9
Мали	2	3	3	2	3
Марокко	257	258	282	274	296
Мексика	4778	5358	5513	5795	5895
Монголия	33	34	50	65	82
Намибия	1,84	1	1,4	1,13	0,88
Нигер	0,2	0,33	0,11	0,07	0,1
Никарагуа	9	9	14	17	18
Новая Зеландия	8	6	11	10	9
Оман	1,98	0,49	0	0	0
П.-Нов.Гвинея	92	82	90	87	71
Пакистан	3	3	3	3	3
Панама	1	3	2	0	...
Перу	3418,86	3480,85	3674,28	3768,16	4102,11
Польша	1270	1284	1169	1263	1291
Португалия	31	34	45	53	74

Добычные возможности недр

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Румыния	12	9	9	3	3
Сауд. Аравия	9	11	20	22	23
Сенегал	0,54	0,67	0,85	1,1	0,54
Сербия	7,38	8,39	8,4	8,4	7,5
Словакия	0,33	0,44	0,51	0,44	0,4
Солом.острова	0,59	0,9	0,68	0,28	0
Судан	0,7	0,7	0,7	1	1
США	1120	1060	1039	1180	1100
Таджикистан	2	2	3	3	4
Таиланд	24	38	36	34	24
Танзания	13,5	12,3	11,7	14,5	15,8
Турция	288	228	188	205	202
Узбекистан	59	59	60	54	47
Фиджи	0,4	0,34	0,46	0,36	0,35
Филиппины	44	47	47	40	23
Финляндия	11,16	10,48	14,23	12,83	13,05
Чили	1291,27	1194,52	1173,84	1571,79	1504,27
Швеция	283	306	337	395	494
Эквадор	16	17	16	18	18
Эритрея	4	23	25	47	70
Эфиопия	2,4	2,4	1,4	1	1
ЮАР	73	67	69	37	35
Япония	17	17	3,6	3,5	4,6
<i>Итого</i>	23525	24546	25535	26956	27446

По данным: [6; 7; 10; 13; 17; 28]

* — незначительное количество

В Мексике в 2016–2018 гг. планировался рост добычи драгоценного металла: в 2016 г. — за счет ввода в промышленную эксплуатацию золоторудного месторождения Эль-Лимон-Гуахес (El Limon-Guajes), меднопорфирового Серро-дель-Гальо и собственно серебряного Сан-Хулиан; на последнем после выхода предприятия на полную мощность планируется добывать более 400 т серебра в год. Позднее ожидается начало добычи на золото-серебряном месторождении Монтед्रे (Monterde) и серебряно-свинцовом жильном Питаррилья. На 2018 г. было запланировано завершение модернизации действующего рудника на месторождении Фреснильо, в результате чего добыча серебра на нем может увеличиться в 1,7 раза — до 950 т в год [12]. Это позволяет ожидать роста производства серебра в стране к 2020 г. более чем на треть. В следующем десятилетии, вероятно, начнут эксплуатироваться и другие серебряносодержащие месторождения — Метатес, Икстака, Ла-Больса (La Bolsa), Ангангео (Anganguero), Медиа-Луна (Media Luna), Сан-Фелипе, суммарно на которых может добываться ежегодно более 250 т серебра. Однако после 2025 г. вероятно исчерпание ресурсов ряда серебряносодержащих объектов, крупнейшими из которых являются Пальмарехо, Сан-Димас и Тисапа (Tizapa), на которых суммарно извлекается из недр до 700 т серебра в год. Это может привести к некоторому снижению добычи серебра, тем не менее, при благоприятном развитии событий в 2030 г. в Мексике будет извлекаться из недр 6,1 тыс. т серебра, на 5% больше, чем в 2015 г.

В Перу в 2016–2017 гг. также ожидался рост добычи серебра в результате ввода в строй рудников на месторождениях Асука (Azuca), Лас-Бамбас (Las Bambas), Сан-Луис (San Luis), Тамбомайо (Tambomayo), на которых планируется добывать от 70 до 160 т серебра в год, а также некоторых более мелких предприятий. Это позволит увеличить объем добычи металла более чем на 20%. Позже могут быть реализованы проекты освоения еще ряда месторождений: в 2018 г. — Креспо (Crespo), в 2020 г. — Корани, в 2022 г. — Акира (Aquira), где будут построены крупные предприятия суммарной производительностью 690 т серебра, а также серия более мелких рудников. При этом вероятно исчерпание ресурсной базы ряда эксплуатируемых объектов, важнейшими из которых станут месторождение Учукчакуа, ресурсы которого закончатся уже в 2020 г., а также Инмакулада (Inmaculada), группы Чунгар (Chungar) и Альпамарка, где истощение сырьевой базы может произойти в 2023–2024 гг. В результате к 2030 г. объем производства серебра в Перу может снизиться относительно 2015 г., хотя и незначительно — всего на 3%.

Прогноз добычи серебра в Китае основан на данных Китайской государственной статистической службы, кроме того, использованы сведения о месторождениях Китая, по которым доступны достоверные данные — эти

объекты в 2015 г. обеспечили около 12% добычи серебра в стране. В 2016–2018 г. в КНР ожидался некоторый рост производства в результате ввода в эксплуатацию месторождений Истерн-Драгон (Eastern Dragon) и Фувань, суммарная добыча на которых может после выхода рудников на полную мощность составить более 180 т серебра. В стране разведываются серебряно-содержащие объекты, среди них есть крупные, например, месторождения Цзиньшичжан (Jinshizhang) и Цзяма (Jiama), ресурсы которых составляют 3,8 тыс. т и 1,7 тыс. т серебра, соответственно. Кроме того, уже в 2019–2020 гг. может начаться освоение месторождений Сетунмынь (Xietongmen) и Дади (Dadi), рудники на которых, по предварительным оценкам, смогут обеспечить добычу еще около 100 т серебра в год. Исходя из официальных оценок, при сохранении текущего уровня производства обеспеченность Китая ресурсами серебра составляет около 70 лет.

Истощение сырьевой базы российских золото-серебряных месторождений Купол и Лунное, на которых добывается по 120–150 т серебра в год, а также серебряносодержащих Учалинского (40 т) и Ороч (60 т), которое ожидалось в период до 2018 г., обусловит некоторое снижение объема добываемого в России серебра. Позднее оно будет компенсировано началом добычных работ на Вертикальном, Быстринском, Озерном, Подольском, Бамском месторождениях, а также ожидаемым вводом в строй уникальных по масштабу медных объектов Песчанка и Удокан. Однако, начиная с 2024 г. добыча серебра может вновь сокращаться из-за истощения запасов месторождений Гольцовое, ожидаемого в 2021 г., Арылах, Юбилейное (2023 г.), Дукатское (2024 г.), Гросс (2026 г.) и ряда более мелких. Если к этому времени не появится новых проектов освоения, к 2030 г. добыча в России может сократиться относительно уровня 2015 г. более, чем на 30%.

В Австралии также прогнозировалось некоторое снижение добычи серебра уже в 2016 г., связанное с исчерпанием ресурсов крупного месторождения Сенчери и консервацией рудника Леди-Лоретта (Ledi Loretta) из-за низких цен на металлы. В 2019–2020 гг., могли быть исчерпаны запасы месторождений среднего масштаба Маунт-Карлтон (Mt Carlton) и Голден-Гров (Golden Grove), затем — Розбери (Rosebery). Однако своевременный ввод новых рудников сможет в значительной степени компенсировать падение добычи. В период 2018–2020 гг. планировалось начало отработки нескольких серебряносодержащих месторождений, в том числе Каррапатина (Carrapateena), Кемпфилд (Kenpfield), Стокман (Stockman) и группа месторождений Пилбара (Pilbara), суммарная мощность рудников на них составит 170 т в год. Сокращение добычи серебра в Австралии к 2030 г. едва ли превысит 10%.

В Чили к 2030 г. возможно исчерпание ресурсов крупного золото-серебряного месторождения Эль-Пеньон, на котором добывается более 290 т серебра в год и некоторых более мелких объектов. Однако только ввод в эксплуатацию рудника на крупнейшем золото-серебряном месторождении Паскуа-Лама в 2021 г., где планируется добывать 745 т серебра в год, с лихвой компенсирует потери; кроме того, в стране реализуются и другие проекты освоения месторождений с попутным серебром, в частности, меднопорфирового Серро-Касале (Cerro Casale). Это позволит к 2030 г. в полтора раза нарастить добычу серебра относительно текущего уровня, страна может заметно упрочить свое положение среди ведущих стран-производителей.

В США в рассматриваемый период возможен рост добычи драгоценного металла почти на четверть относительно 2015 г. Это возможно в случае ввода в эксплуатацию месторождений Лик, Пампкин-Холлоу (Pumpkin Hollow), Розмонт и некоторых других суммарной мощностью по добыче серебра около 460 т в год; они могут быть введены в строй до 2020 г. После 2025 г. дополнительный вклад в добычу серебра в стране может внести месторождение Рок-Крик, где, согласно предварительному проекту, будет добываться до 250 т серебра в год.

Ресурсная база серебра уникальных стратиформных медных месторождений Польши (Любин-Маломице, Рудна, группа объектов Польковице-Серошовице) достаточна для эксплуатации в течение многих лет. Кроме того, в начале 2020-х годов может быть введено в эксплуатацию еще одно крупное месторождение Глогув-Глебоки, где планируется добывать более 720 т серебра в год. Это позволит стране увеличить добычу серебра в полтора раза и занять более высокую позицию в рейтинге производителей драгоценного металла.

Аргентина имеет возможность более чем вдвое увеличить добычу серебра к началу 2020-х годов. Здесь подготавливается к освоению ряд крупных меднопорфировых и эпитеpmальных объектов. Некоторые из них могут быть введены в строй к концу текущего десятилетия: Серро-Моро (Cerro Moro), где планируется добывать 165 т серебра в год, Эль-Пачон (El Pachon) — более 60 т и др. Кроме того, в 2020 г. может быть введен в эксплуатацию рудник на крупном месторождении Навидад проектной мощностью 630 т серебра в год. Однако к середине 2020-х годов добыча серебра в стране может сократиться на 20% и более из-за истощения сырьевой базы эксплуатируемых сегодня месторождений Пиркитас и Сан-Хосе, где суммарно может производиться около 520 т серебра в год.

Добыча серебра в Канаде может увеличиться относительно текущего уровня в 3,5 раза и больше, поскольку здесь осваиваются более десятка серебросодержащих месторождений, рудники на которых к началу следующего

десятилетия суммарно смогут производить более 1,2 тыс. т серебра в год. Крупнейшие среди них — Блэкуотер (Blackwater), группа месторождений Керр-Салфьюретс-Митчелл, Касино, Шафт-Крик (Schaft Creek). К 2030 г. уровень производства серебра в стране может вырасти до 1,4 тыс. т в год против текущих 330 т.

Заметно увеличат показатели Турция, если начнется эксплуатация колчеданно-полиметаллического месторождения Енипазар (Yenipazar), где планируется добывать около 45 т серебра в год.

В то же время Гватемала в обозримой перспективе может выпасть из числа заметных продуцентов серебра, поскольку ресурсы двух его важнейших поставщиков при текущем уровне производства могут быть истощены, месторождения Марлин (Marlin) — уже в 2017–2018 гг., Эскобаль (Escobal) — в 2029 г.

Прогноз добычи серебра горными компаниями до 2030 г.

Ведущими продуцентами серебра, извлеченного из недр, являются четыре компании, добыча каждой из которых превышает тысячу тонн в год (рис. 14.4). Суммарно они обеспечивают пятую часть мирового горного производства драгоценного металла (рис. 14.5). Крупнейшая среди них — мексиканская компания *Fresnillo plc.*, производство которой в 2015 г. достигло 1338 т; сопоставимые количества металла добыли польская *KGHM Polska Miedz SA* (1293 т) и канадская *Goldcorp Inc.* (1257 т). Производственные показатели транснациональной корпорации *Glencore plc.* в 2015 г. оказались несколько меньше, чем у лидеров — 1139 т [28].

Fresnillo plc. является подразделением горнорудной корпорации *Industrias Penoles SA de CV*, которая владеет 75% ее акций. Компания ведет добычу на четырех мексиканских предприятиях, главными из которых являются Фреснильо и Саусито в штате Сакатекас; на каждом из них добывается более 500 т серебра в год. Ресурсный потенциал разрабатываемых объектов значителен и позволяет поддерживать текущий уровень добычи в течение длительного времени. Компания планирует увеличить производство серебра на 25–30%: во второй половине 2016 г. дан старт пробной добыче еще на одном крупном серебро-полиметаллическом месторождении Сан-Хулиан, расположенном на границе мексиканских штатов Чиуауа и Дуранго. Проектная мощность нового предприятия — более 320 т серебра в год [11; 12].

Ведущая по добыче серебра в Европе польская компания *KGHM Polska Miedz SA* получает его попутно, разрабатывая крупнейшие месторождения Легницко-Глогувского меднорудного пояса, среди которых — Рудна,

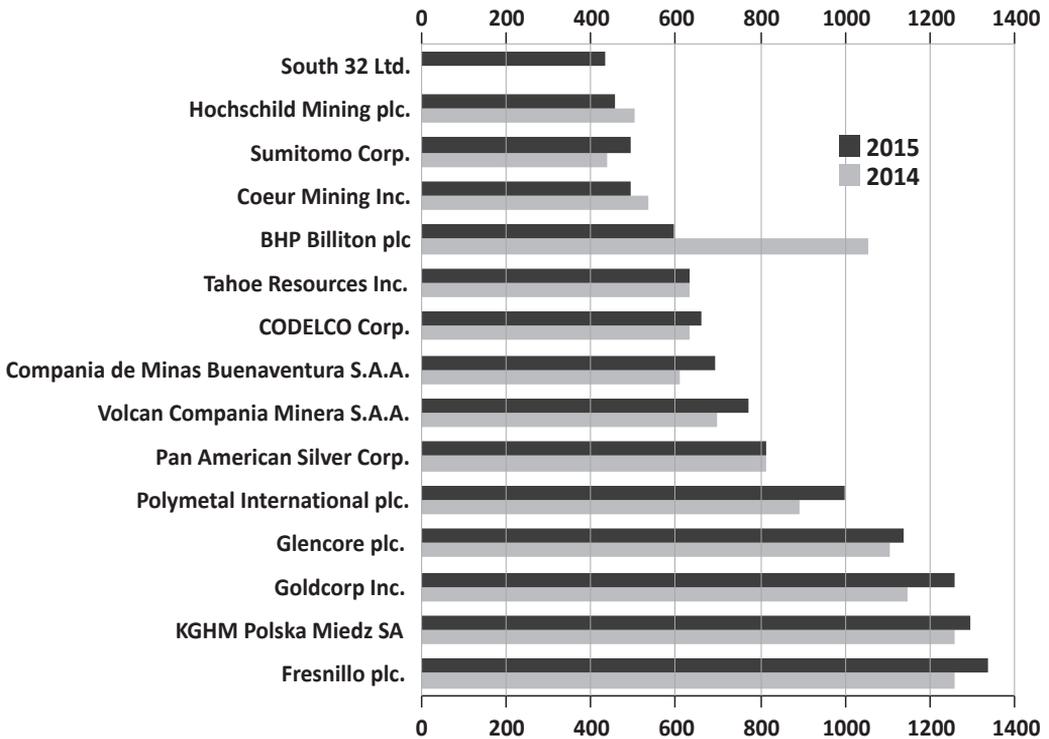


Рис. 14.4 Добыча серебра главными мировыми производителями в 2014–2015 гг., тонн

Любин-Маломице и группа месторождений Польковице-Серошовице. Месторождения обладают уникальной ресурсной базой и характеризуются высоким содержанием серебра — 40–60 г/т. С запуском рудника еще на одном месторождении пояса, Глогув-Глебоки, который запланирован на 2020 г., выпуск драгоценного металла компании может увеличиться в полтора раза относительно текущего уровня [18; 19].

Канадская *Goldcorp Inc.* разрабатывает золото-серебряные месторождения в Мексике, а также в странах Латинской Америки — Гватемале, Аргентине и Доминиканской Республике. Главным ее активом является рудник на месторождении Пенаскито в Мексике, эксплуатация которого началась в 2009 г. Сегодня здесь добывается 750–800 т серебра в год. Все разрабатываемые ею месторождения обладают достаточными ресурсами для поддержания высоких производственных результатов на протяжении 15 лет и более, за исключением месторождения Марлин в Гватемале, сырьевая база которого могла быть исчерпана уже в 2017–2018 гг., после чего компания недосчитается четверти получаемого сегодня серебра. Частично компенсировать

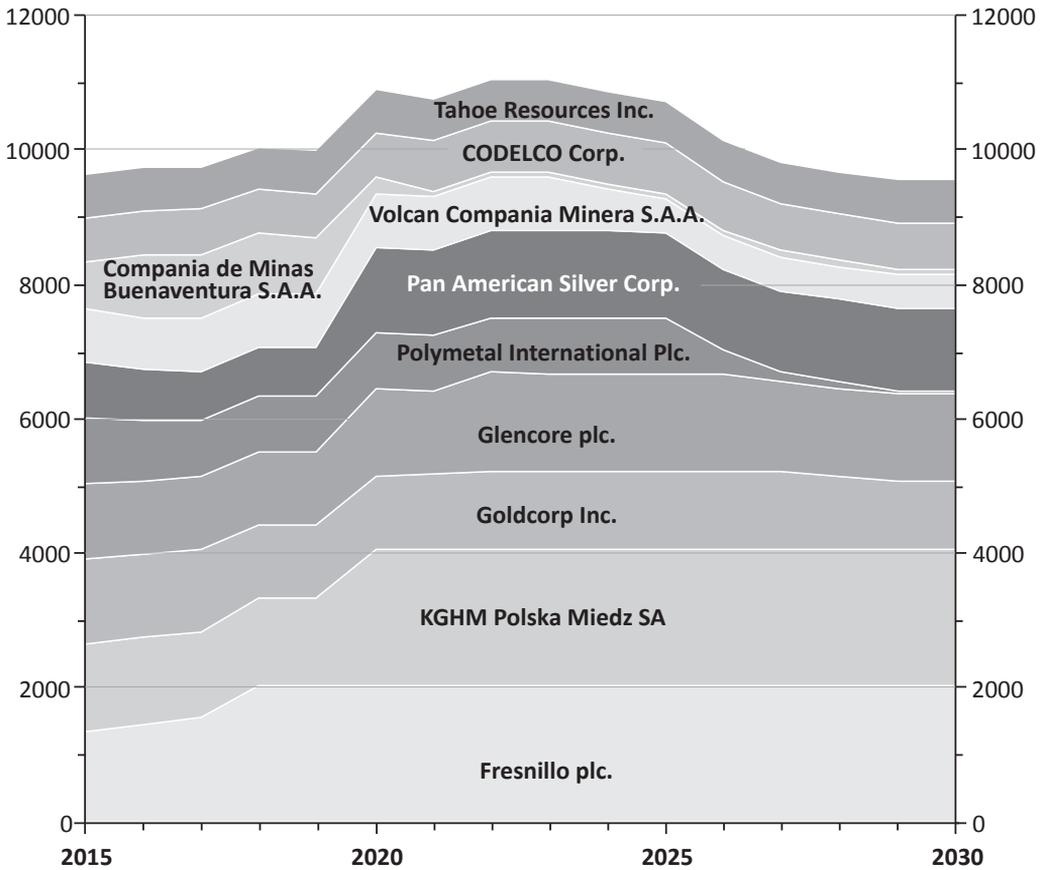


Рис. 14.5 Прогноз добычи серебра на основе ресурсов, находящихся в распоряжении крупнейших добывающих компаний, в 2015–2030 гг., тонн

закрытие предприятия со временем позволит начало эксплуатационных работ на осваиваемых месторождениях Серро-дель-Гальо и Камино-Рохо (Camino Rojo) в Мексике [16].

Крупнейшая международная горнодобывающая корпорация *Glencore plc.* получает серебро попутно при разработке месторождений цветных металлов, преимущественно меди и цинка, по всему миру, от Канады до Австралии. Основные предприятия, выпускающие серебро, действуют в Австралии (МакАртур-Ривер (McArthur River), Маунт-Айза и др.), Перу (Антамина, Яулияку (Yauliyacu), Антапаккай (Antarassay) и др.), Канаде (Кидд-Крик (Kidd Creek) и др.); в Казахстане оператором ее предприятий является компания ТОО «Казцинк», разрабатывающая Риддер-Сокольное, Малеевское и другие месторождения [15]. В 2016 г. компания могла сократить выпуск серебра на

100–150 т в связи с приостановкой работ на месторождении Леди-Лоретта в Австралии, сокращением добычи на руднике Маунт-Айза и, возможно, на других предприятиях. Подобные меры по оптимизации производства и затрат используются *Glencore*, как и другими компаниями, в условиях низких цен на цинк, медь и другие металлы. Несмотря на то, что большая часть разрабатываемых компанией и ее подразделениями месторождений обладает значительным ресурсным потенциалом, к началу 2020-х годов из-за исчерпания ресурсов ряда небольших объектов мощности по добыче могут сократиться более чем на 85 т серебра в год, а в середине следующего десятилетия может быть истощена сырьевая база более крупных месторождений: Малеевского и Кидд-Крик, на каждом из которых сегодня добывается более 80 т серебра в год. Возможные потери могут быть с избытком компенсированы с началом разработки канадского месторождения Хаккетт-Ривер, однако оно пока находится на ранней стадии освоения.

В 2015 г. к четверке лидеров приблизилась компания *Polymetal International plc.*, добыча которой достигла 998 т, увеличившись на 12% против предыдущего года. Она добывает серебро на российских собственно серебряных и золото-серебряных месторождениях Дальнего Востока, а также золоторудном Капан в Армении. Главным активом компании является Дукатский хаб в Магаданской области, включающий крупнейший в России рудник Дукат, а также предприятия, обрабатывающие Гольцовое, Лунное и Арылахское месторождения. Увеличение производственных показателей компании обусловлено ростом добычи на разрабатываемых объектах Дукатского хаба, где в 2015 г. получено 852 т серебра, на 15% больше, чем годом ранее, в том числе 694 т — из руд Дукатского месторождения. Достигнутый уровень может сохраниться в ближайшие годы, завершение добычи на месторождениях Дукат и Лунное, по оценке компании, ожидается в 2023–2024 гг. Для обеспечения мощностей сырьем *Polymetal International plc.* ведет геологоразведочные работы в пределах района, в том числе на Перевальном и Приморском месторождениях [27].

Одновременно из списка ведущих продуцентов выбыла австралийская компания *BHP Billiton plc*, которая выделила непрофильные активы, в том числе один из крупнейших в мире серебряных рудников Каннингтон и создала независимую горнодобывающую компанию *South32 Ltd.* В результате добыча серебра *BHP* снизилась почти вдвое (рис. 14.4) [28]; вновь созданная *South32 Ltd.* в первый год производственной деятельности заняла 15 место среди продуцентов серебра.

Среди продуцентов «второго эшелона» более чем в полтора раза может увеличить добычу компания *Pan American Silver Corp.*, ведущая сооружение крупного добывающего предприятия проектной мощностью 630 т серебра

в год на месторождении Навидад в Аргентине. После выхода его на проектную мощность производство серебра компании может существенно превысить тысячу тонн, что позволит ей занять место среди лидеров отрасли.

В то же время к 2020–2021 гг. может до минимума сократить свои производственные показатели перуанская *Compania de Minas Buenaventura S.A.A.*, главным образом, из-за исчерпания сырьевой базы рудников на месторождениях Учукчауа, где производится до 620 т серебра в год, Тамбомайо — до 160 т и Хулькани (*Julcani*) — до 120 т.

К 2025 г. на 40% может снизиться добыча серебра еще одного перуанского продуцента — *Volcan Compania Minera S.A.A.* — в результате истощения ресурсов групп месторождений Чунгар и Альпамарка, где суммарно добывается около 320 т серебра в год.

Кроме этих продуцентов, в мире действует целый ряд более мелких серебродобывающих компаний, многие из которых планируют расширить свое производство; некоторые из них имеют планы сооружения крупных предприятий, что позволит им войти в число заметных продуцентов. Рудники высокой производительности на собственно серебряных объектах сооружают компании *Bear Creek Mining Corp.*, ведущая подготовку к эксплуатации месторождения Корани (Перу), и *Minco Silver Corp.* (Фувань в Китае). Попутную добычу серебра планируют значительно расширить компании *Chesapeake Gold Corp.* за счет освоения месторождения Метатес в Мексике, *Hecla Mining Co.* (Рок-Крик в США) и др.

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ СЕРЕБРА НА ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ И ОСВАИВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ДО 2030 г.

В целом на эксплуатируемых в настоящее время месторождениях добыча серебра будет постоянно сокращаться (Рис. 14.6). В ближайшие несколько лет этот спад будет незначительным, а в 2018 г. прогнозировался даже некоторый рост, связанный с планируемым удвоением производства на руднике Фреснильо в Мексике. Однако в дальнейшем совокупное количество извлекаемого на разрабатываемых ныне объектах металла будет стабильно падать на 1–5% ежегодно и к 2030 г. снизится почти в полтора раза.

Компенсировать спад предполагается за счет освоения новых объектов. Наиболее близки к вводу в строй месторождения, находящиеся на стадии технико-экономической оценки (*feasibility study*), число которых в целом в мире превышает семь десятков. Однако количество серебра, которое может извлекаться на них ежегодно (с учетом сроков их реализации), даже в случае

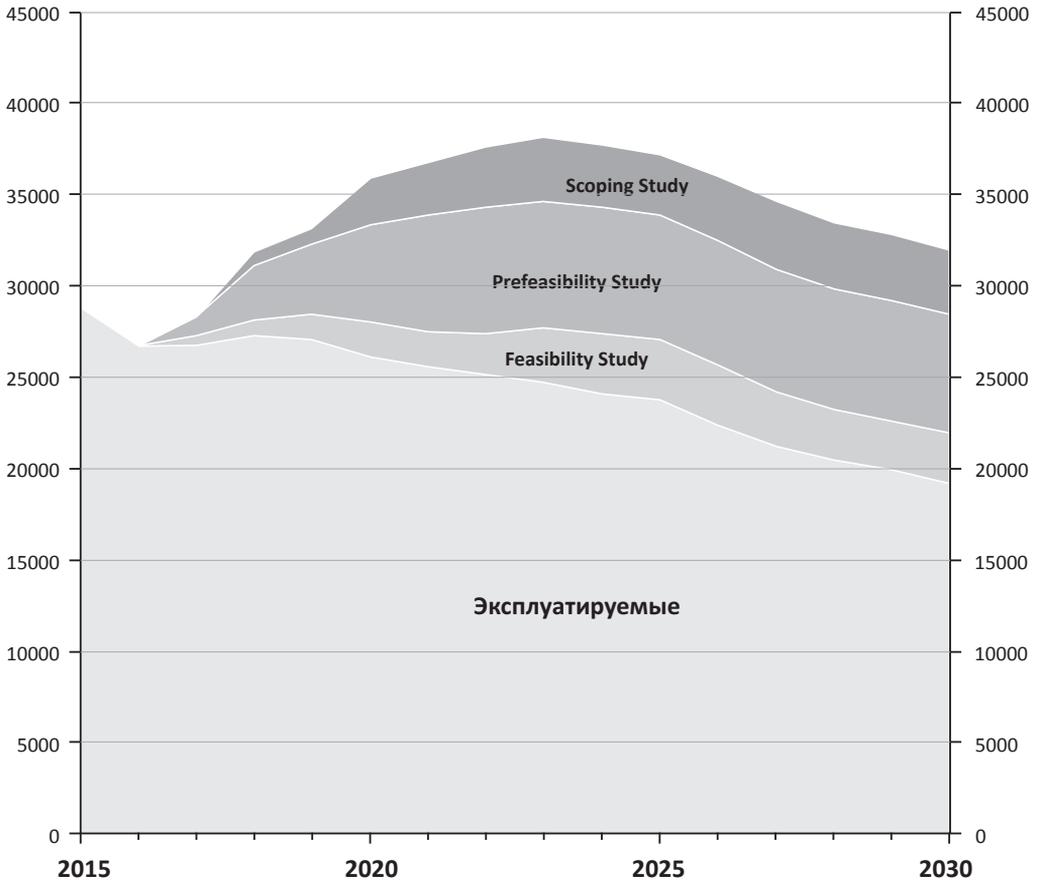


Рис. 14.6 Прогноз потребления серебра и его добычи на основе ресурсов эксплуатируемых и осваиваемых месторождений в 2015–2030 гг., тонн (по Китаю использованы статистические данные по стране в целом)

выхода рудников на полную мощность не превысит 3 тыс. т. Старт в 2015–2016 гг. добычных работ на введенных в эксплуатацию проектах Тамбомайо и Лас-Бамбас в Перу, Ред-Крис (Red Chris) в Канаде, Сан-Хулиан в Мексике, Гросс в России и др. не смог полностью компенсировать убыль производства на разрабатываемых месторождениях.

Основной рост добычи серебра прогнозируется за счет объектов, находящихся в настоящее время на стадии предварительного технико-экономического анализа (prefeasibility study). Крупнейшими являются проект освоения месторождения Хуанисипио в Мексике, ввод в строй рудника годовой мощностью по добыче 230 т серебра с увеличением в дальнейшем до 400 т на котором был запланирован на 2019 г., и месторождения Рок-Крик в США

(250 т, 2025 г.). В случае реализации всех проектов этой стадии после выхода добывающих предприятий на проектную мощность из недр будет извлекаться дополнительно до 6 тыс. т драгоценного металла. Успешная их реализация не только позволит полностью компенсировать спад производства на действующих рудниках, но и обеспечит существенный прирост добычи серебра относительно уровня 2015 г. Это не только удовлетворит потребности мировой экономики, но и, начиная с 2020 г., может создать избыток предложения на рынке металла.

Проекты, находящиеся на стадии предварительной финансово-экономической оценки (preliminary economic assessment или scoping study), могли бы обеспечить к концу рассматриваемого периода дополнительно еще более 3 тыс. т серебра ежегодно. Самые крупные среди них — Навидад в Аргентине и Хаккетт-Ривер в Канаде. Однако они характеризуются наименьшей готовностью, вероятность их реализации в запланированные сроки минимальна, особенно, если прогнозируемый избыток серебра на рынке вновь обрушит цены на него.

Есть также целая серия осваиваемых месторождений, по которым информация о том, на какой стадии развития они находятся, недоступна. Среди них — гигантский проект освоения месторождения Глогув-Глебоки, на котором после выхода на полную мощность планируется добывать 720 т серебра ежегодно; ввод его в эксплуатацию планируется в 2020 г.

В 2012–2015 гг. фиксировалась устойчивая нисходящая динамика цен как на серебро (рис. 14.7), так и на цветные металлы, попутно с которыми добывается более половины драгоценного металла. Это оказывало настолько сильное давление на рынок серебра, что многие горнодобывающие компании начали сокращать производство на существующих предприятиях. Так, компания *Glencore plc.* в условиях низких цен на цинк, медь и другие цветные металлы в рамках оптимизации производства и затрат уже в 2016 г. приостановила эксплуатацию крупного месторождения Леди-Лоретта и сокращала ее на руднике Маунт-Айза в Австралии. В условиях низких цен на металлы компании, осваивающие новые месторождения с ресурсами серебра, вынуждены были сокращать затраты на реализацию проектов, что приводило в ряде случаев к затягиванию сроков их выполнения, а некоторые проекты были приостановлены. Однако таких оказалось немного, существенного влияния на перспективы развития отрасли это не оказало.

Сокращение производства на действующих предприятиях вкупе с выбыванием мощностей на эксплуатируемых месторождениях из-за истощения их ресурсов привело к тому, что добыча серебра в мире в 2016 г. снизилась по сравнению с предыдущим годом почти на 200 т, что произошло впервые

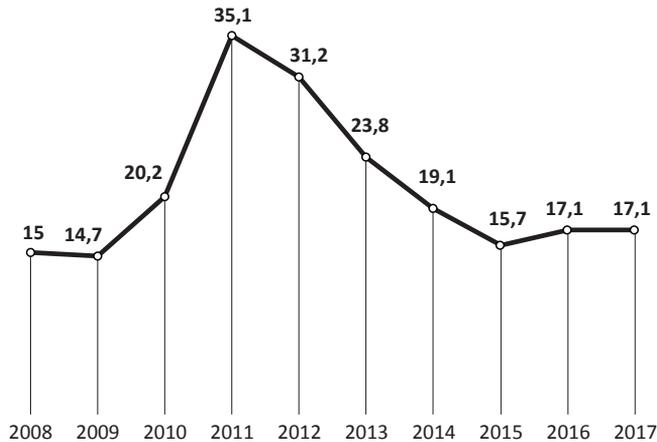


Рис. 14.7 Динамика среднегодовых цен на серебро на Лондонской бирже драгоценных металлов (LBMA) в 2008–2017 гг., долл./тр.унц. [20]

с 2002 г.; в том же году несколько снизились и поставки вторичного металла. Тем не менее, рост цен на серебро фиксировался только в первой половине 2016 г. Позже они вновь снижались, а в 2017 г. демонстрировали разнонаправленную динамику в диапазоне от 15 до 18 долл. за тройскую унцию. Если цены на серебро в дальнейшем стабилизируются или будут расти, это, вместе с возникшим дефицитом на рынке цинка, попутно с которым добывается значительная часть серебра, создаст благоприятные условия для реализации имеющихся проектов.

Что касается проектов освоения месторождений с запасами серебра в России, их реализация лишь компенсирует убыль добычи из-за истощения сырьевой базы важнейших отечественных эксплуатируемых объектов (Купол, Лунное и других) и позволит до середины следующего десятилетия удерживать добычу на достигнутом уровне. Однако, начиная с 2024 г., количество извлекаемого из недр драгоценного металла может начать сокращаться, поскольку в этот период ожидается прекращение эксплуатации месторождений Гольцовое, Арылах, Дукатское и ряда более мелких. Если к этому времени не появятся новые проекты освоения, Россия начнет терять завоеванные позиции среди ведущих мировых продуцентов. Чтобы этого избежать, потребуется проведение активных геологоразведочных работ по поиску новых скоплений серебра.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГКЗ РФ. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов ТПИ. Серебряные руды. 2007
2. Государственное агентство по геологии и минеральным ресурсам при правительстве КР. Реестр полезных ископаемых. 2014
3. Данные ИС МСК мира
4. Константинов, М. М. Геология месторождений серебра. А. В. Костин, А. А. Сидоров, М. М. Константинов. 2003
5. Мінеральні ресурси України на 01.01.2009 р. 2009
6. Прайм. Вестник золотопромышленника. Бюллетень № 40. 21.11.2016
7. Austrian Federal Ministry of Science, Research and Economy. World Mining Data 2016. Volume 32. Minerals Production. 2017
8. Bear Creek Mining Corporation. Investors. Presentations. Corporate Presentation 2016. 2016, May
9. Czech Geological Survey. Ministry of the Environment of the Czech Republic. Mineral Commodity Summaries of the Czech Republic 2015 (Statistical Data to 2014). 31.08.2015
10. EITI (The Extractive Industries Transparency Initiative). The 2nd PH-EITI Report (FY2013). 2015, December
11. Fresnillo plc. 2014 Annual Report. 2015
12. Fresnillo plc. 2015 Annual Report. 2016
13. Geological Survey of Finland (GTK). Finnish mineral production 2011–2015. 06.05.2016
14. Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources Table 1. Preliminary as at December 2015. 2016
15. Glencore plc. Annual Report 2015. 08.03.2016
16. Goldcorp Inc. Annual Report 2015. 2016
17. Japan Statistical Yearbook 2017. Chapter 9 Mining and Manufacturing. 9–2 Mining Production, Shipments and Inventory. 2016
18. KGHM Polska Miedz S.A. Report on the Mining Assets of KGHM Polska Miedz S.A. located within the Legnica-Glogow Copper Belt Area. 2012, September
19. KGHM Polska Miedz. Mineral Resources and Reserves Report. 31.12.2014
20. Kitco. Charts. London Fix Historical. Silver 2016 London Fix — USD. 2017, January
21. Latinomineria. № 94. Los desafios mineros de Perú. 2015, September
22. Mining Journal special publication: Kosovo. 2005
23. Ministry of Economy of the Kyrgyz Republic. Medium and Long-Term Strategy of Mining Industry Development of the Kyrgyz Republic. Volume I. 2014
24. Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2015 China Mineral Resources. 2015, October
25. National Bureau of Statistics of China. China Statistical Yearbook 2015. 2015
26. Panstwowy Instytut Geologiczny. Bilans Zasobow Zloz Kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2015 r. 2016
27. Polymetal International Plc. Годовой отчет за 2015 год. 2016
28. The Silver Institute. Thomson Reuters. World Silver Survey 2016. 2016, May
29. TriMetals Mining Inc. Arbitration Update. 2016, April
30. USGS. Mineral Commodity Summaries 2016. 2016



ПЛАТИНОИДЫ

В анализе добычных возможностей эксплуатируемых и осваиваемых месторождений металлов платиновой группы (МПГ) учтены сведения о ресурсной базе и объемах добычи сырья на 107 зарубежных и отечественных объектах, включая все крупные и средние месторождения платиноидов, а также ряд мелкомасштабных объектов. Они расположены как в основных платинодобывающих регионах — ЮАР, России, Зимбабве, США, Канаде, так и в менее значимых регионах — Финляндии, Австралии, Ботсване и др.

В обзоре использованы сведения обо всех российских месторождениях, ресурсная база которых оценена в соответствии с зарубежными классификациями; на их долю приходится суммарно около 94% отечественной сырьевой базы платиноидов и почти 97% добычи в стране. Не включены в анализ некоторые осваиваемые объекты, для которых не определены сроки ввода в строй, и россыпи, доля которых в добыче незначительна.

Доступной информации о добыче платиноидов в странах мира нет — в абсолютном большинстве случаев ведется учет производства платиноидов из товарных руд и концентратов, которое в 2015 г., по данным *British Geological Survey*, составило 459 т [9, с. 59]. С учетом особенностей извлечения металлов для разных типов руд добыча МПП из недр за этот период оценена нами в 574 т. На месторождениях, участвовавших в анализе, за этот же период добыто 537 т платиноидов, или около 94% мировой добычи. Некоторая неполнота данных связана с отсутствием в открытом доступе отчетов компаний, ведущих работы в Ботсване, Колумбии и Китае.

Промышленные концентрации металлов платиновой группы встречаются в различных геологических обстановках, однако основным их источником служат коренные магматические месторождения, представляющие собой скопления сульфидов в интрузивных массивах пород основного и ультраосновного состава. Среди них выделяется два геолого-промышленных типа — коренные собственно платиноидные месторождения и комплексные сульфидные медно-никелевые месторождения, где платиноиды присутствуют в качестве попутных компонентов.

Платина встречается, кроме того, в россыпных месторождениях, как в качестве главного компонента, так и попутного, однако в мировой промышленности они играют незначительную роль. Источником россыпей служат щелочные и базит-ультрабазитовые массивы. Также попутные платиноиды присутствуют в рудах различных месторождений, например, медно-порфириновых, колчеданных, титаномагнетитовых, золото-кварц-сульфидных жильных гидротермальных, корях выветривания, осадочных и некоторых других, однако в настоящее время они не извлекаются.

Коренные **собственно платиноидные месторождения** составляют основу мировой сырьевой базы платиноидов, обеспечивая более двух третей мировой добычи. Пространственно и генетически они связаны с расслоенными интрузивами основного-ультраосновного состава, сформированными в условиях рифтогенеза. Наиболее продуктивны массивы докембрийского возраста [1, с. 21]. Для расслоенных комплексов характерна закономерная дифференциация — основание массива слагает ультраосновная серия, представленная ритмичным чередованием дунитов, перидотитов, пироксенитов и хромитов. Выше по разрезу залегает маломощная расслоенная, или критическая, серия, сложенная чередующимися разностями основных пород от пироксенитов до анортозитов. Платинометальное оруденение приурочено к верхам ультраосновной серии и различным частям критической [1, с. 21] и представлено, как правило, пологозалегаящими маломощными горизонтами,

согласными со структурой массива (часто их называют рифами); встречаются также линзы, жилы и гнезда. Протяженность пластовых тел, в зависимости от размеров материнского интрузива, может достигать первых километров, в то время как мощность не превышает 5 м. Большинство месторождений выделяются условно и представляют собой изученные участки интрузивов. По масштабу оруденения они ранжируются от мелких (менее 10 т суммы платиноидов) до уникальных (более 1000 т).

Платиноидное малосульфидное оруденение известно в Бушвельдском интрузивном комплексе в ЮАР, массивах Стиллуотер (Stillwater) в США, Великая Дайка (Great Dyke) в Зимбабве, Манни-Манни (Munni Munni) в Западной Австралии и Лак-дез-Иль (Lac des Iles) в Канаде, а также в меньших по масштабам и значимости расслоенных интрузивах в Финляндии, России, США, Канаде, Ботсване, Кот-д'Ивуаре и др.

Платиноидное хромитсодержащее оруденение развито не так широко и выявлено только в Бушвельдском интрузивном массиве и мелком месторождении Пантон (Panton) в Австралии.

Бушвельдский интрузивный массив на территории ЮАР требует отдельного описания, поскольку представляет собой один из основных источников платиноидов в мире — в нем сосредоточено более трех четвертей мировых ресурсов МПГ. Выходы пород интрузива на поверхность занимают площадь более 66 тыс. кв. км и разделены на три сектора — Западный, Восточный и Северный. В первых двух промышленные концентрации драгоценных металлов приурочены к двум продуктивным горизонтам — рифу Меренского, несущему малосульфидную платиноидную минерализацию, и к рифу UG-2 с платиноидным хромитсодержащим оруденением; отработка их в подавляющем большинстве случаев ведется совместно. Для Северного сектора характерно сульфидное медно-никелевое оруденение с попутными платиноидами.

Платиноидное оруденение распространено в пределах всего Бушвельдского массива и достаточно выдержано. Добыча ведется в пределах горных отводов, принадлежащих добывающим компаниям; значительная часть участков с рудной минерализацией сопоставимого качества не лицензирована. В связи с исключительной ролью интрузива, разрабатываемые и осваиваемые в его пределах объекты в нашем анализе объединены в условный геолого-промышленный тип «Платиноиды Бушвельдского массива». Ресурсный потенциал Бушвельдского интрузива до конца не оценен.

Для рудных тел характерно низкое содержание сульфидов (не более 1,5% суммарного объема). Руды представлены двумя основными типами — малосульфидным платиноидным и платиноидным хромитсодержащим, которые

могут присутствовать на разных уровнях. В первом случае руды представлены пирротин-пентландит-халькопирит-алюмосиликатной минеральной ассоциацией, в рудах второго типа, помимо этих минералов, присутствует хромит. В малосульфидных платиноидных рудах Бушвельдского массива среднее содержание суммы платиноидов варьирует в диапазоне 2,5–7 г/т, для хромитсодержащих руд разброс шире (1,6–10 г/т); среди МПГ чаще преобладает платина в соотношении с палладием 2–4:1. Для других массивов с малосульфидным оруденением средняя концентрация МПГ обычно не превышает 4 г/т. Исключение составляет массив Стиллуотер, где на двух наиболее изученных участках она достигает 12 г/т и 18 г/т при четырехкратном преобладании палладия над платиной. В рудах массива Лак-дез-Иль в Канаде соотношение Pd/Pt в рудах составляет 11:1 [20, с. 8]. Помимо платиноидов, руды продуктивны на никель, медь, золото, серебро, кобальт, селен, теллур [1, с. 21].

Сульфидные медно-никелевые месторождения уступают по значимости собственно платиноидным, из них ежегодно извлекается порядка 35–40% МПГ, добываемых в мире. Основным компонентом, как правило, является никель, при этом медь, кобальт и платиноиды (преимущественно палладий) играют роль попутных. Большинство месторождений относится к мелким и средним по масштабу (10–30 т суммы платиноидов), хотя встречаются крупные (более 30 т) и уникальные (более 1000 т) объекты. Этот геолого-промышленный тип месторождений подробно рассмотрен в разделе «Никель».

Средние содержания МПГ в сульфидных рудах существенно ниже, чем в малосульфидных и редко превышают 5 г/т при, как правило, равном соотношении палладия и платины. Исключение составляют объекты Норильского рудного района на севере Красноярского края России — для руд уникальных по запасам Октябрьского и Талнахского месторождений характерно преобладание палладия над платиной (3–5:1), средние концентрации МПГ в зависимости от типа руд варьируют от 2 г/т до 29 г/т; наиболее богаты платиноидами «медистые» разности.

Россыпные месторождения долгое время, вплоть до открытия промышленных концентраций МПГ в интрузивных массивах Канады и ЮАР, были основным источником платины. До начала XIX века до 90% металла поставляли россыпи Урала, позднее значительные объемы драгоценного металла добывались в качестве попутного продукта при эксплуатации аллювиальных золотоносных россыпей на Аляске, в Австралии, Канаде. В настоящее время разрабатываются собственно платиноидные и комплексные золотоносные и алмазоносные с платиной аллювиальные россыпи в Колумбии и России — на Дальнем Востоке (р. Кондер) и на Урале. Масштабы месторождений незначительны, лишь на единичных объектах ресурсы МПГ

превышают 10 т [4, с. 214–216]. Источником большинства собственно платиноидных россыпей являются интрузивные массивы дунитового состава. Средние содержания свободной платины в них преимущественно невысоки, они колеблются от сотых долей грамма до 12 г/куб.м. Наиболее типичным самородным минералом в россыпях является ферроплатина, в меньших количествах встречаются сплавы иридия и осмия.

Прогноз добычи платиноидов на месторождениях ведущих геолого-промышленных типов до 2030 г.

Практически вся мировая добыча МПГ ведется на месторождениях двух геолого-промышленных типов, собственно платиноидного (малосульфидного) и сульфидного медно-никелевого. Россыпные месторождения в анализе не учитывались — их вклад в мировую добычу невелик и не превышает нескольких процентов.

Около двух третей МПГ в мире извлекается из малосульфидных собственно платиноидных руд (рис. 15.1), в 2015 г. добыча на рассматриваемых нами объектах составила 59% мировой (317 т), при этом немногим менее 250 т добыто на месторождениях Западного и Восточного секторов Бушвельдского интрузива в ЮАР. К 2023 г. добыча платиноидов из малосульфидных руд Бушвельда может увеличиться до 285 т за счет ввода в строй рудников на месторождениях Бакубанг (Bakubang), Тьяте (Tjate) и Гаратау (Garatau), способных дать суммарно до 38 т платиноидов. Это с избытком компенсирует сокращение добычных мощностей из-за ожидаемого к этому времени исчерпания сырьевой базы рудника Крундал (Kroondal), на котором в 2015 г. было извлечено 17,4 т МПГ.

Компании, эксплуатирующие платиноидное оруденение Бушвельдского массива (*Anglo American Platinum Ltd.*, *Lonmin Plc* и др.), активно ведут геологоразведочные работы на новых участках интрузива. На многих из них пока не определены срок и параметры проектируемых предприятий, но оценены ресурсы платиноидов. Это, наряду с перспективами расширения ресурсного потенциала Бушвельдского массива, позволяет предполагать, что он и далее останется важнейшим источником МПГ в мире.

Вклад в мировую добычу месторождений платиноидного малосульфидного типа за пределами ЮАР может вырасти в начале следующего десятилетия с текущих 12–13% до 15%, в основном за счет ввода в эксплуатацию месторождения Дарвендейл (Darwendale) в Зимбабве, запланированного на 2018 г. [5, с. 34], и в следующем десятилетии стабилизироваться на уровне около 100 тонн.

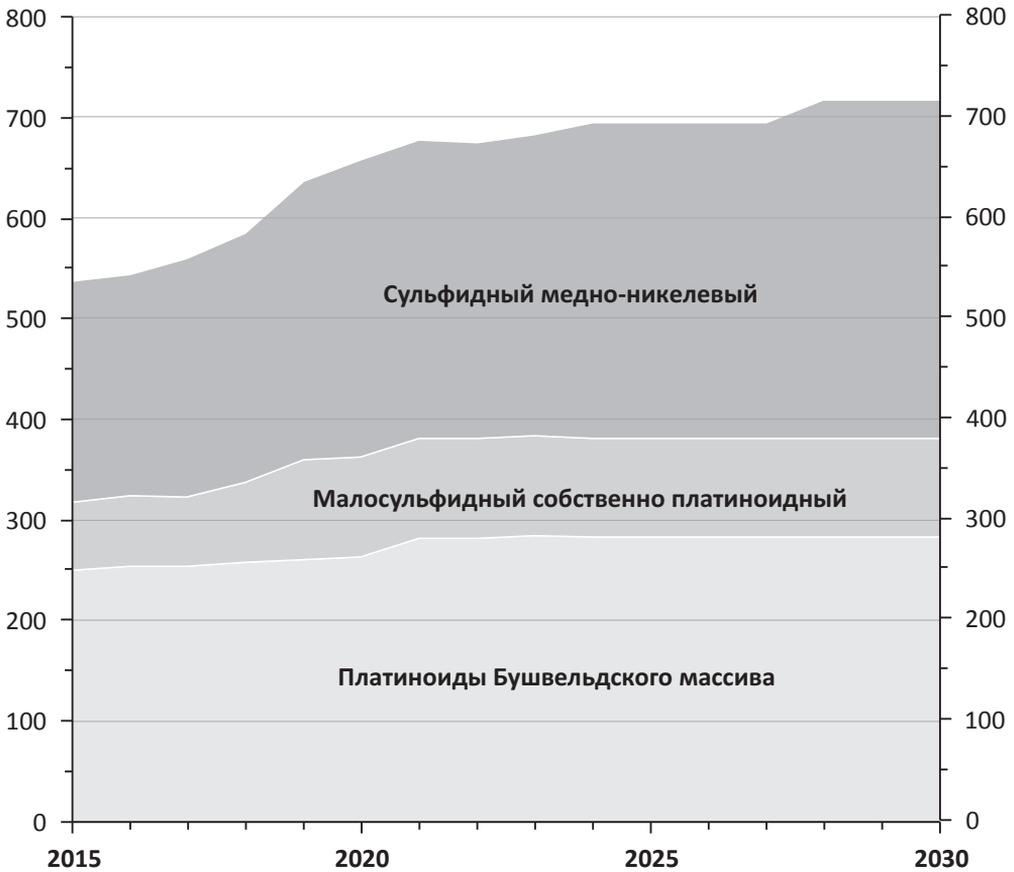


Рис. 15.1 Прогноз добычи металлов платиновой группы на основе ресурсов месторождений различных геолого-промышленных типов в мире в 2015–2030 гг., тонн

Таким образом, в совокупности месторождения платиноидного мало-сульфидного типа мира смогут обеспечивать к 2030 г. более 381 тонн МПГ, однако доля их в мировом производстве снизится до 53% по сравнению с 59% в 2015 г.

Количество платиноидов, попутно извлекаемых из комплексных сульфидных медно-никелевых руд, на рассматриваемых нами объектах в 2015 г. составило 220 т или почти 41% суммарного количества. Почти две трети этого объема пришлось на эксплуатируемые сульфидные месторождения Норильской и Печенгской групп в России.

В мире в настоящее время реализуется десять проектов освоения новых сульфидно-никелевых месторождений. Самые крупные добывающие предприятия создаются в Северном секторе Бушвельдского массива — Платриф

(Platreef) и Ватерберг (Waterberg), а также в России на Черногорском месторождении в Красноярском крае и в Канаде, где осваивается месторождение Уэллгрин (Wellgreen); остальные проекты менее значимы. Самый существенный рост мощностей ожидается в 2018–2019 гг., основную роль в этом могут сыграть ввод в строй рудника Ватерберг в ЮАР и выход на проектную мощность рудника на Черногорском месторождении. Предприятие на месторождении Платриф заработает на полную мощность (45 т МПГ) только к 2028 г. В целом, при условии успешной реализации имеющихся проектов, к 2030 г. они смогут обеспечить дополнительно до 124 т МПГ ежегодно. Кроме того, планируется расширение добывающих мощностей, в частности, на месторождениях Норильского рудного района. Таким образом, прогнозируется, что к концу рассматриваемого периода сульфидные медно-никелевые месторождения будут обеспечивать более 335 т МПГ или 47% их мировой добычи.

Если завершение проектов освоения новых месторождений и расширения добывающих мощностей на действующих предприятиях произойдет в запланированные сроки, мировая добыча платиноидов может вырасти на треть и достичь 716 т.

Прогноз добычи платиноидов на важнейших месторождениях мира до 2030 г.

Почти две трети добычи платиноидов обеспечивают всего семь крупнейших месторождений, при этом около четверти ее приходится на два объекта Норильского рудного района в России, еще пять расположены в ЮАР.

Добыча платиноидов на объектах Норильского района, ведущаяся компанией ПАО «ГМК «Норильский никель»», за 2015 г. составила суммарно почти 138 т, в том числе на крупнейшем в мире руднике, эксплуатирующем Октябрьское месторождение, получено около 86 т металлов. Из недр Талнахского месторождения извлечено почти 37 т, остальное добыто на месторождении Норильск-1 [4, с. 217]. Согласно принятому компанией проекту развития Норильского производственного комплекса, к 2021 г. добыча на его рудниках вырастет до 145 т [3, с. 78–81]. Ресурсная база месторождений Норильского района в состоянии обеспечить сырьем производственный комплекс, как минимум на ближайшее пятнадцатилетие, даже с учетом увеличения добычи (рис. 15.2).

Все крупнейшие южноафриканские рудники, в сумме дающие около трети мировой добычи, обладают значительной ресурсной базой, позволяющей

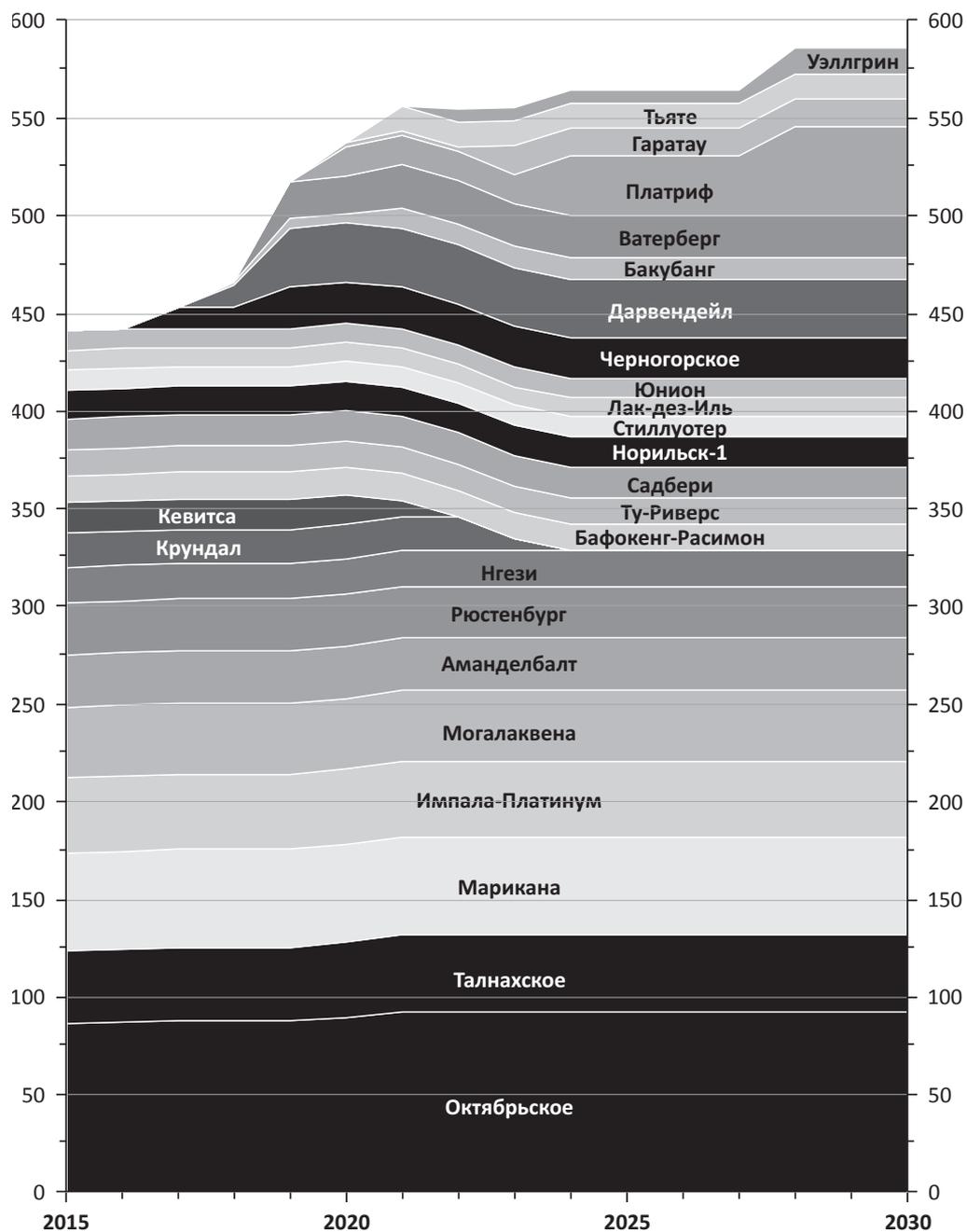


Рис. 15.2 Прогноз добычи металлов платиновой группы на основе ресурсов важнейших месторождений мира в 2015–2030 гг., тонн

сохранить достигнутые производственные мощности, как минимум, до 2030 г.; сведений о планирующемся расширении их мощностей не имеется.

На втором в мире по мощности руднике, действующем на южноафриканском месторождении Марикана (Marikana) в Западном секторе Бушвельдского интрузива, добыча в 2015 г. составила более 50 т платиноидов [17, с. 187]. В Западном секторе эксплуатируются также месторождение Импала (Impala), где было получено 38,5 т платиноидов [14, с. 44], Аманделбалт (Amandelbult) и Рюстенбург (Rustenburg), обеспечившие соответственно 26,8 т и 26,7 т.

Крупный горно-рудный комплекс Могалаквена (Mogalakwena) действует в Северном секторе, добыча на нем в 2015 г. составила 36,2 т [7, с. 3].

На девяти добывающих предприятиях ежегодно извлекается из недр от 10 до 20 т платиноидов; четыре из них расположены в ЮАР. Ресурсная база месторождений Бафокенг-Расимон (Bafokeng Rasimon), Ту-Риверс (Two Rivers) и Юнион (Union) в ЮАР, а также месторождений Нгези (Ngezi) в Зимбабве, Стиллуотер в США, Лак-дез-Иль и группы Садбери (Sudbury) в Канаде позволяет вести их дальнейшую эксплуатацию вплоть до 2030 г. Истощение ресурсов в рассматриваемый период возможно на месторождении Крундал в ЮАР и Кевитса (Kevitsa) в Финляндии.

В 2015 г. в мире действовало также более двух десятков мелких рудников, добыча платиноидов на которых не превышала 10 т. Суммарно они обеспечили почти 20% мирового производства. Более половины их эксплуатирует участки Бушвельдского массива; они обеспечены сырьем для поддержания текущего уровня добычи до конца рассматриваемого периода, равно как и рудники на крупных по ресурсам месторождениях Мимоса (Mimosa) и Унки (Unki) в Зимбабве, группе Раглан (Raglan) в Канаде и Печенгской группе в России. Прогнозируется прекращение работы нескольких предприятий, эксплуатирующих мелкие месторождения, в том числе Моррисон (Morrison) и Брокен-Хаммер (Broken Hammer) в Канаде, а также Игл (Eagle) в США в связи с истощением их сырьевой базы, однако это не окажет заметного влияния на мировую добычу платиноидов.

Начиная с 2017 г., в мире могли быть введены в строй 16 новых предприятий, вклад которых в мировую добычу платиноидов к 2030 г. может составить 192 т (табл. 15.1). Все они обеспечены ресурсами платиноидов как минимум до 2030 г. Крупнейшим среди проектируемых является рудник на сульфидном медно-никелевом месторождении Платриф в Северном секторе Бушвельдского интрузива. После выхода его третьей очереди на полную мощность добыча на нем может превысить 45 т МПГ в год, однако это произойдет не ранее 2028 г. [15, с. 8].

Таблица 15.1 Проекты освоения месторождений МПГ в мире

Проект	Страна	Стадия освоения*	Год ввода в строй	Проектная мощность по добыче Σ МПГ в руде, т/год	Другие полезные компоненты
Малосульфидный собственно платиноидный геолого-промышленный тип					
Дарвендейл	Зимбабве	PEA	2018	30	Ni, Cu, Au
Арктик-Платинум	Финляндия	FS	Законсер.	23	
Лесего	ЮАР	н/д	Законсер.	20,6	
Гаратау		FS	2020	14,5	
Тьяте		PEA	2021	12,6	
Бакубанг		FS	2018	10,8	
Манни-Манни	Австралия	PEA	Законсер.	—	
Пантон		PEA	н/д	3,3	
Сульфидный медно-никелевый геолого-промышленный тип					
Платриф	ЮАР	PFS	2020	45,1	Ni, Cu, Au
Ватерберг		PEA	2019	21,9	
Черногорское	Россия	FS	2017	21	
Кун-Манье		PFS	2021	1,2	
Уэллгрин	Канада	PEA	2022	13,4	Ni**
Виктория		FS	2018	4,7	
Иглс-Нест		FS	2018	4,55	
Дюмон		FS	2017	1,7	
Твин-Металс	США	PFS	2019	5,5	
Нортмет		FS	2017	3,7	
Кабанга	Танзания	FS	2017	1	

* PEA — preliminary economic assessment, PFS — pre-feasibility study, FS — feasibility study

** — основной компонент

Проектная мощность еще одного крупного добывающего предприятия, которое будет эксплуатировать малосульфидное платиноидное месторождение Дарвендейл в Зимбабве — 30 т, она может быть достигнута уже в 2019 г. [5, с. 34].

Почти 22 т платиноидов в год планируется добывать на сульфидном медно-никелевом месторождении Ватерберг в ЮАР [22, с. 149]. Пуск его в строй ожидается в 2019 г.

Крупный проект реализуется на российском Черногорском месторождении, которое будет отрабатываться совместно с южной частью месторождения Норильск-1 [2]; оба относятся к сульфидному медно-никелевому типу. Проектная мощность сооружаемого предприятия составляет 21 т платиноидов.

Добыча в объеме более 10 т проектируется на участках с малосульфидным платиноидным оруденением Гаратау, Бакубанг и Тьяте в пределах Бушвельдского интрузива, однако проект Тьяте пока находится на ранней стадии реализации.

На сульфидном медно-никелевом месторождении Уэллгрин в Канаде на первом этапе может добываться около 7 т с увеличением более чем до 13 т к 2028 г. [27, с. 1–18].

Помимо крупных проектов в основных добывающих регионах планируется запустить около десятка рудников мелкого и среднего масштаба.

В то же время три крупных проекта по вводу в строй новых месторождений законсервированы. Рентабельность освоения группы малосульфидных платиноидных месторождений Арктик-Платинум (Arctic Platinum) в Финляндии, где компания *Gold Fields Ltd.* планировала добывать 23 т МПГ в год, определялась ценами на никель и снижение их стало причиной консервации проекта [11, с. 21]. Подготовка к разработке участка Лесего (Lesego) в восточном секторе Бушвельдского интрузива в ЮАР прекращена из-за банкротства компании-оператора *Village Main Reef Ltd.*; ввод в эксплуатацию рудника проектной мощностью 20 т в год был запланирован еще на 2015 г. [25]. Компания *Platina Resources Ltd.* с 2015 г. приостановила работы на платиноидных рудопроявлениях интрузивного массива Манни-Манни в Австралии. Несмотря на то, что их изучение ведется с 80-х годов прошлого века, проект находится на ранней стадии (предварительной финансово-экономической оценки); причиной, тормозящей его реализацию, является неразвитость платиноидной промышленности в регионе [8].

Прогноз добычи платиноидов основных стран-производителей до 2030 г.

Ресурсы и запасы платиноидов выявлены в 15 странах мира (табл. 15.2). По нашим данным, суммарные ресурсы (measured+indicated+inferred resources) в мире оцениваются более чем в 95 тыс. т платиноидов, а промышленные

запасы (proved+probable reserves) достигают почти 19 тыс. т. Более 99% их сосредоточено на территории всего пяти стран — ЮАР, России, Зимбабве, Канады и США, эти же государства обеспечивают 97% мирового производства платиноидов (табл. 15.3).

Таблица 15.2 Ресурсы и запасы металлов платиновой группы в мире, тонн

Страна	Категория	Значение
Россия*	Запасы категории A+B+C₁	10135,8
	Запасы категории C₂	5240,3
	Запасы забалансовые	1746,5
Австралия	Economic Demonstrated Resources (EDR)	5,3¹
	Measured + Indicated + Inferred Resources	147,9
Аргентина	Indicated + Inferred Resources	1,2
Ботсвана	Measured + Indicated + Inferred Resources	81,9
Бразилия	Measured + Indicated + Inferred Resources	29,3
Гренландия	Indicated + Inferred Resources	292,6
Зимбабве	Proved + Probable Reserves	677,7
	Measured + Indicated + Inferred Resources	10008,3
Индия	Resources	15,7 ²
Канада	Proved + Probable Reserves	477
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1849,5
Китай	Reserves	102,5
	Resources	372,3 ³
Кот-д'Ивуар	Indicated + Inferred Resources	16,7
США	Proved + Probable Reserves	1184
	Measured + Indicated + Inferred Resources	1880,8
Танзания	Measured + Indicated + Inferred Resources	34,8
Финляндия	Proved + Probable Reserves	57,1
	Measured + Indicated + Inferred Resources	512,8

Страна	Категория	Значение
ЮАР	Proved + Probable Reserves	11319,8
	Measured + Indicated + Inferred Resources	71498,1

^r — сумма по известным месторождениям, если не указано иное

^{*} — по данным официальных источников

¹ — по данным [10]

² — по данным [12]

³ — по данным [18]

Таблица 15.3 Динамика производства МПГ из руд и концентратов в 2011–2015 гг., тонн

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Австралия	0,58	0,84	0,94	0,92	0,68
Платина	0,13	0,13 ^r	0,15 ^r	0,15 ^r	0,15 ^r
Палладий	0,45	0,71	0,79	0,77	0,53
Ботсвана	2,48	3,05	1,56	0,69	0,19
Платина	0,37	0,44	0,22	0,09	0,03
Палладий	2,11	2,61	1,34	0,6	0,16
Зимбабве	21,23	22,09	25,18	25,18	26
Платина	10,83	11	12,7	12,4	12,8
Палладий	8,24	9	9,8	10,1	10,5
Канада	22,34	22,49	25,47	29,4	35,04
Платина	8 ^r	7,2 ^r	6,8	7,7	12,8
Палладий	13,4 ^r	11,9 ^r	16,5	16,2	22,3
Китай	1,65 ^r	1,7 ^r	1,7 ^r	2,1 ^r	2,1 ^r
Платина	0,95 ^r	1 ^r	1 ^r	1,4 ^r	1,4 ^r
Палладий	0,7 ^r	0,7^{r}	0,7^{r}	0,7^{r}	0,7^{r}
Колумбия	1,23	1,46	1,86	1,13	0,86
Платина	1,23	1,46	1,86	1,13	0,86

Добычные возможности недр

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Польша	0,03	0,06	0,08	0,14	0,14
Платина	0,02	0,04	0,05	0,09	0,09
Палладий	0,01	0,02	0,03	0,05	0,05
Россия	116,5 ^г	113,4 ^г	110,2 ^г	111,6 ^г	109,9 ^г
Платина	27,3 ^г	26,7 ^г	25,3 ^г	24,2 ^г	19,34 ^г
Палладий	84,1 ^г	81,7 ^г	80,24 ^г	82,7 ^г	81,05 ^г
Сербия	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Платина	...	0,01	0,003	0,003	0,003 ^г
Палладий	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02 ^г
США	16,11	15,98	16,29	16,1	16,2
Платина	3,7	3,66	3,72	3,65	3,7
Палладий	12,41	12,31	12,57	12,4	12,5
Финляндия	0,1 ^г	0,81	1,72	1,86	1,77
Платина	0,1 ^г	0,43	0,95	1,06	0,99
Палладий	...	0,38	0,77	0,8	0,78
ЮАР	288,85	254,34	264,19	188,44	275,5
Платина	148	128,6	137,02	93,99	139,1
Палладий	82,7	74,74	76	58,4	53,7
Япония*	9,3	8,5	8,5 ^г	8,5 ^г	8,5 ^г
Платина	1,77	1,5	1,5 ^г	1,5 ^г	1,5 ^г
Палладий	7,5	7	7 ^г	7 ^г	7 ^г
<u>Итого</u>	480,75	444,74	457,71	386,08	476,9
Платина	202,46	182,17	191,27	147,36	192,76
Палладий	211,89	201,09	205,76	189,74	189,29

По данным [9, с. 59]

^г — оценка

* — из импортных руд и концентратов

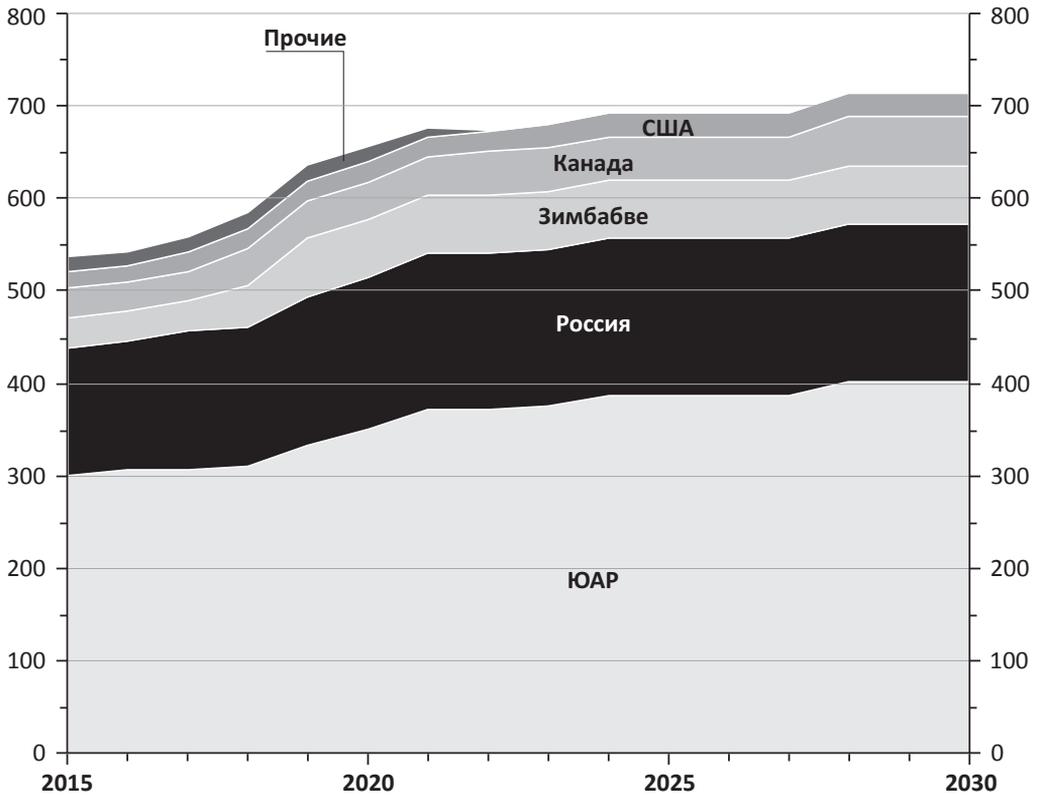


Рис. 15.3 Прогноз добычи металлов платиновой группы на основе ресурсов стран-производителей в 2015–2030 гг., тонн

Производство МПГ из руд и концентратов в мире в 2015 г. составило почти 477 т, в том числе почти 463 т (более 97%) обеспечили ЮАР, Россия, Канада, Зимбабве и США. Выпуск драгоценных металлов ведется еще в восьми странах, как из местных руд и концентратов, так и — в Японии — из привозного сырья. Количество производимых в них драгоценных металлов не превышает 1–2 т, однако, по нашей оценке, сведения об объемах производства МПГ в Австралии, публикуемые Геологической службой страны [8], занижены, поскольку в стране ведется разработка ряда месторождений сульфидных медно-никелевых руд и логично предположить, что попутно ведется извлечение МПГ в заметных объемах.

Крупнейшим мировым производителем платиноидов остается ЮАР, где в 2015 г. выпущено более 275 т платиноидов в концентратах, а добыча их составила более 300 т или немногим менее 56% мирового производства. Большая часть добываемых МПГ представлена платиной, что обусловлено

особенностями минерального состава продуктивных горизонтов Бушвельдского массива. ЮАР является безусловным лидером по ее добыче, обеспечивая до трех четвертей мирового производства.

Существующие проекты освоения новых участков Бушвельдского массива позволяют ожидать роста добычи МПГ в ЮАР вплоть до 2028 г., особенно быстрого в 2018–2020 гг. Только два крупнейших проекта, Платриф и Ватерберг, могут обеспечить дополнительно более 67 т МПГ ежегодно, а в целом по сравнению с 2015 г. добыча платиноидов может вырасти к концу рассматриваемого периода более чем на треть. При этом доля страны в мировом производстве останется на уровне 55–56% на протяжении всего рассматриваемого периода из-за сопоставимого роста добычи в других странах-производителях.

Ресурсный потенциал Бушвельдского комплекса велик, и практически на каждом участке существуют возможности для наращивания сырьевой базы МПГ. В то же время крупные южноафриканские компании, владеющие большим количеством лицензионных участков, не спешат вводить в строй новые предприятия, «придерживая» перспективные объекты для обеспечения производства в отдаленном будущем, хотя и ведут на них геологоразведочные работы (табл. 15.4).

Таблица 15.4. Проекты геологоразведочных работ на МПГ в ЮАР

Основная компания	Проект	Ресурсы, млн т руды*	Сод-е Σ МПГ, г/т	Другие полезные компоненты
Lonmin Plc	Аканани (Akanani)	219,9	3,8	Ni**
	Лоскоп (Loskop)	24,7	3,8	
Impala Platinum Holdings Ltd.	Афплатс (Afplats)	154,3	6,4	Ni, Cu, Au
	Имбаса (Imbasa)	68,4	5,7	
	Инкоси (Inkosi)	106,3	6	
	Тамботи (Tamboti)	337,4	4,2	
Nkwe Platinum Ltd.	Клипривир (Kliprivier)	76,7	2,3	
	Тубатсе (Tubatse)	102,6	6,5	
Northam Platinum Ltd.	Дваалкоп (Dwaalkop)	151,2	3,5	

Основная компания	Проект	Ресурсы, млн т руды*	Сод-е Σ МПГ, г/т	Другие полезные компоненты
Anglo American Platinum Ltd.	Боикганчо (Boikgansho)	48,8	1,2	Ni**
	Дер-Брохен (Der Brochen)	586,4	4	Ni, Cu, Au
	Калплатс (Kalplats)	137,4	1,5	
Sibanye Gold Ltd (до 06.2016 г. Aquarius Platinum Ltd)	Миллениум (Millenium)	17,5	3,1	
	Вигенхук (Vygenhoek)	1,4	5,1	
	Хугланд (Hoogland)	6,6	2,9	
	Худспрейт (Hoedspruit)	32,5	5,5	
	Шебас-Ридж (Sheba's Ridge)	605,3	1	
Sylvania Platinum Ltd.	Вигенхук (Vygenhoek)	1,4	5,1	
	Нортерн-Лимб группа (Northern Limb)	123,5	1,3	
	Фолспрейт (Volsprit)	93,6	1,2		Ni**
Sedibelo Platinum Mines Ltd.	Мфэхлеле (Mphahlele)	121,4	3,8	Ni, Cu, Au
	Крейдфонтейн (Kruidfontein)	148,8	6,7	

* — measured+indicated+inferred resources

** — основной компонент

Россия прочно удерживает вторую позицию в мире по добыче платиноидов из недр. Количество металлов, извлекаемых попутно при разработке сульфидных медно-никелевых руд месторождений Норильского района в Красноярском крае, и в меньшей степени, Печенгской группы в Мурманской области ежегодно обеспечивает более четверти мировой добычи; в 2015 г. на них добыто почти 138 т МПГ. Помимо этого, в стране разрабатывается Волковское месторождение коренных ванадиево-железо-медных руд в Свердловской области, где добыча попутного палладия не превышает 0,1% российской, а также многочисленные россыпные месторождения Свердловской области, Хабаровского и Камчатского краев, дающие суммарно 2–4% суммарного объема МПГ. Спецификой российской сырьевой

базы является существенное преобладание в коренных рудах палладия, который составляет до трех четвертей производимых в России МПГ. По добыче и производству палладия Россия является мировым лидером, обеспечивая 40–45% суммарного показателя.

В перспективе возможен рост отечественной добычи платиноидов почти на 20%. Помимо расширения производственных мощностей действующих рудников, увеличение ее прогнозируется за счет ввода в эксплуатацию месторождений Черногорского и южной части Норильск-1 в Норильском рудном районе и сульфидного медно-никелевого Кун-Манье в Амурской области. Это позволит стране сохранить позицию одного из ведущих продуцентов платиноидов в мире. Кроме того, осваиваются крупные сульфидные медно-никелевые Кингашское и Верхнекингашское месторождения в Красноярском крае и малосульфидное платиноидное Федорова Тундра в Мурманской области, однако сроки реализации этих проектов не определены. Отечественная сырьевая база платиноидов достаточна, чтобы обеспечить ожидаемый уровень производства до 2030 г. и далее.

Остальные страны-продуценты существенно уступают лидерам. Добыча платиноидов в Зимбабве, располагающей мощным сырьевым потенциалом платинометалльного оруденения массива Великая Дайка, в 2015 г. составила немногим более 6% мировой. Ввод в эксплуатацию месторождения Дарвендейл в северной части интрузива заметно расширит добывающие мощности страны и может увеличить долю страны в мировой добыче к 2030 г. до 9%.

В Канаде возможно удвоение выпуска МПГ, благодаря вводу в строй четырех новых предприятий на сульфидных медно-никелевых объектах, где будет вестись попутное извлечение платиноидов; наибольшее количество драгоценных металлов будет извлекаться на месторождении Уэллгрин.

Вклад США в мировую добычу платиноидов составляет лишь немногим более 3% (около 18 т в 2015 г.). Проекты Нортмет (Northmet) и Туин-Металс-Миннесота (Twin Metals Minnesota), предусматривающие ввод в строй двух предприятий на рудопроявлениях интрузивного комплекса Дулут (Duluth), могут увеличить производство почти на треть, однако доля страны в мировой добыче вырастет незначительно, до 4%.

Среди других добывающих регионов выделяется Финляндия, где разрабатывается на медь, никель и попутные платиноиды месторождение Кевитса. При сохранении достигнутого уровня добычи его ресурсы могут быть исчерпаны уже к 2021 г. Компенсировать выбывающие мощности могло бы освоение группы месторождений Арктик-Платинум. Завершение проекта планировалось в 2017 г., однако владелец проекта компания *Gold Fields Ltd.* решила приостановить работы и продать актив как непрофильный [11, с. 21].

Достоверных сведений об освоении месторождений с ресурсами МПГ вне традиционных добывающих регионов практически не имеется. Ресурсная база Танзании, Замбии, Кот-д'Ивуара, Ботсваны, Гренландии представлена преимущественно мелкими объектами, которые не могут составить конкуренцию ведущим поставщикам драгоценных металлов.

Прогноз добычи платиноидов горными компаниями до 2030 г.

Около двух третей мировой добычи платиноидов приходится на долю всего четырех крупнейших компаний (рис. 15.4), при этом наиболее значимыми игроками являются транснациональная корпорация *Anglo American Plc* и российская компания ПАО «ГМК «Норильский никель»», на долю каждой из которых приходится чуть менее четверти извлеченных из недр металлов. Количество мелких и средних продуцентов, обеспечивающих оставшееся производство, также невелико — не более двух с половиной десятков.

Добыча платиноидов корпорации *Anglo American Plc* в 2015 г. составила 127,7 т. Практически все ее активы сосредоточены в ЮАР, где операции проводятся через подконтрольную ей компанию *Anglo American Platinum Ltd (Amplats)*. Компания добывает руды малосульфидного платиноидного типа Бушвельдского интрузивного массива на пятнадцати рудниках, в том числе одном из крупнейших в мире, Могалаквена в Северном секторе, ежегодно поставляющим более 36 т платиноидов. Добывающие предприятия компании в Западном и Восточном секторах интрузива извлекают не более 10 т в год каждое. Корпорации принадлежит также рудник Унки в Зимбабве, производящий в среднем до 5 т МПГ ежегодно. Компания поставляет на мировой рынок до трети суммарного объема рафинированной платины и лидирует по ее производству; доля ее в поставках палладия не превышает четверти общего количества [26, с. 21].

В 2016 г. *Anglo American Plc* завершила сделку по продаже группы рудников Рюстенбург в Западном секторе интрузива компании *Sibanye Gold Ltd.* [6], потеряв таким образом пятую часть своей добычи. В результате в 2017 г. *Amplats* уступила лидерство по добыче своему конкуренту, российскому холдингу ПАО «ГМК «Норильский никель»». В то же время *Sibanye Gold Ltd.*, которая, кроме того, в середине 2016 г. приобрела активы входившей в первую десятку *Aquarius Platinum Ltd.* [23], а в конце 2016 г. — единственного продуцента МПГ в США *Stillwater Mining Co*, стала четвертым крупнейшим продуцентом в мире [24].

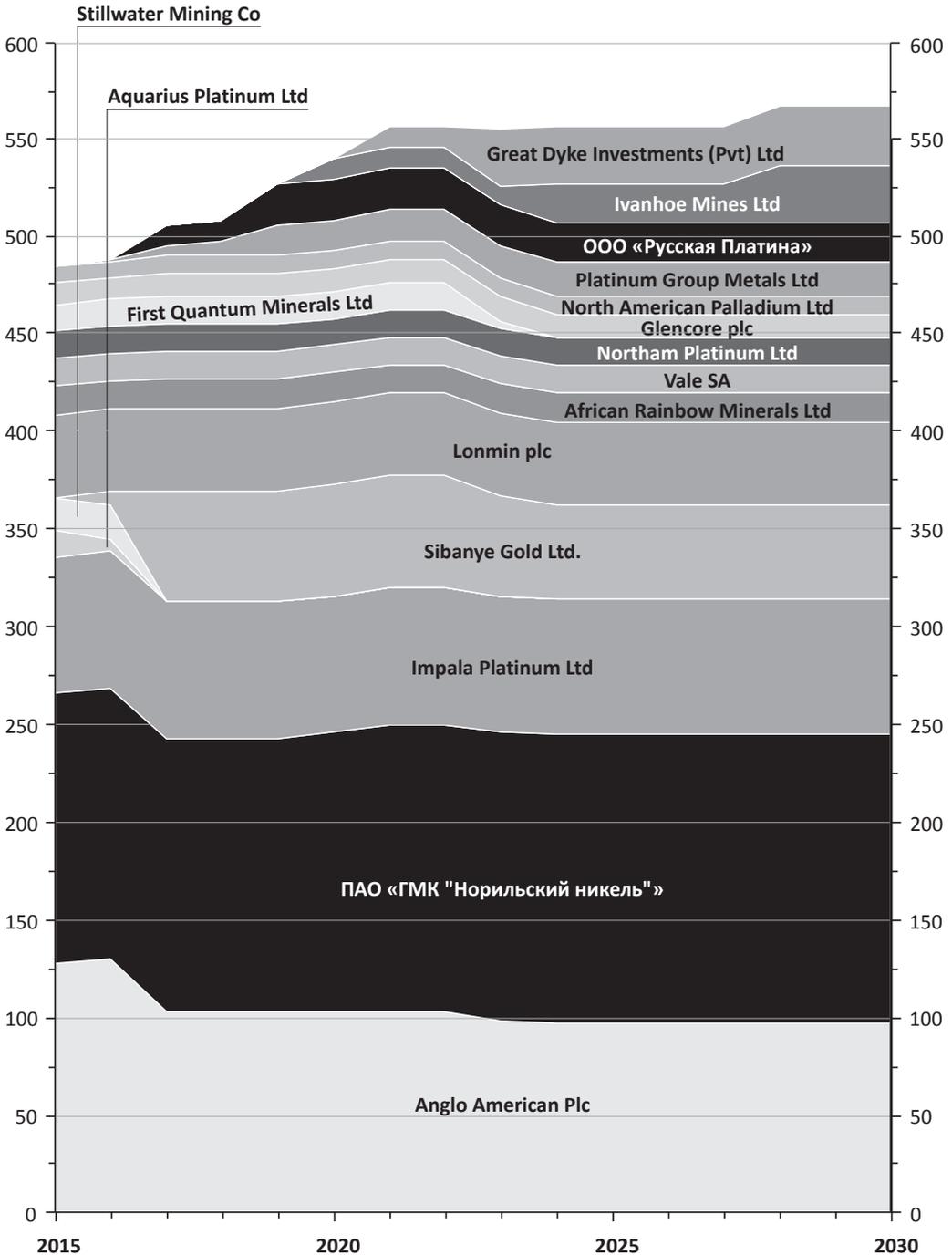


Рис. 15.4 Прогноз добычи металлов платиновой группы на основе ресурсов, находящихся в распоряжении добывающих компаний, в 2015–2030 гг., тонн

В дальнейшем добыча *Amplats* может снизиться еще почти на 4% в результате исчерпания ресурсов эксплуатируемого участка Крундал, которое ожидается в 2022 г. Остальные добывающие предприятия компании обеспечены ресурсами платиноидов на длительный срок; *Amplats* не планирует в ближайшие годы освоение новых объектов, хотя в ее активах числятся перспективные площади (табл. 15.4).

Предприятиями холдинга ПАО «ГМК «Норильский никель»» в 2015 г. добыто более 138 т суммы МПГ, почти 96% которых получено при отработке богатых руд сульфидных медно-никелевых месторождений Октябрьское, Талнахское и Норильск-1 Норильского рудного района на севере Красноярского края России. Объекты Печенгского рудного района в Мурманской области обеспечивают менее 0,5% добычи платиноидов компании.

Холдинг в течение многих лет является безусловным мировым лидером по выпуску палладия, опережая *Amplats* практически вдвое, но почти в три раза уступая ему по добыче платины [26, с. 21].

В ближайшее пятилетие ПАО «ГМК «Норильский никель»» планирует поэтапное увеличение мощности по добыче на рудниках Таймырский и Комсомольский, которые ведут отработку руд Октябрьского и Талнахского месторождений [3, с. 78–82]; ожидается, что к 2024 г. добыча на них может достичь почти 145 т платиноидов. Сырьевая база холдинга достаточна для того, чтобы поддерживать этот уровень в течение многих лет.

Крупный южноафриканский производитель платиноидов *Impala Platinum Holdings Ltd*, второй в мире по выпуску платины и третий — палладия, эксплуатирует три участка в Западном и Восточном секторах Бушвельдского интрузива, а также два участка массива Великая Дайка в Зимбабве. Добыча компании в 2015 г. составила более 70 т МПГ. Ресурсная база действующих рудников сможет обеспечить добычу платиноидов на достигнутом уровне до 2030 г. и далее. В активах компании находится еще четыре участка в ЮАР различной степени изученности, однако в ближайшее время вводить их в эксплуатацию не планируется.

Все активы компании *Lonmin Plc* сосредоточены в пределах Бушвельдского комплекса в ЮАР. Добыча на трех из них в 2015 г. составила более 40 т платиноидов, что позволяло ей занимать четвертое место среди крупнейших производителей МПГ. Еще на трех участках проведена оценка ресурсной базы, однако компания пока держит их в резерве.

Восемь компаний ежегодно добывают от 10 до 20 т платиноидов. Крупнейшей среди них до конца 2016 г. являлась компания *Stillwater Mining Co*, разрабатывавшая два участка платиноносного интрузива Стиллиуотер в штате Монтана (США). Ее ежегодная добыча составляла около 20 т платиноидов,

среди которых преобладает палладий [26, с. 21]. Ресурсная база участков достаточно велика, чтобы поддерживать добычу на том же уровне до 2030 г. и далее. В конце 2016 г. *Stillwater Mining Co* вошла в состав компании *Sibanye Gold Ltd* [24].

Продуценты «среднего звена», эксплуатирующие участки Бушвельдского массива, обеспечены ресурсами не менее чем до 2030 г. Это южноафриканские компании *African Rainbow Minerals Ltd* и *Northam Platinum Ltd*, а также транснациональная корпорация *Glencore Plc*, которые, кроме участков Мототоло (Mototolo) и Эланд-Платинум (Eland Platinum) в ЮАР, разрабатывают несколько месторождений в пределах массивов Садбери и Раглан в Канаде.

Добывающие предприятия еще одного горно-металлургического гиганта — бразильской *Vale S.A* — эксплуатируют комплексные сульфидные медно-никелевые руды района Садбери.

Среди продуцентов, действующих в других регионах, критичным было положение канадской компании *First Quantum Minerals Ltd*, добывавшей попутные платиноиды из руд сульфидного месторождения Кевитса в Финляндии, ресурсы которого могут быть исчерпаны к 2023 г., если сырьевая база не будет расширена за счет геологического изучения флангов месторождения. В 2016 г. компания продала месторождение шведской корпорации *Boliden AB* [26, с. 20] и выбыла из состава продуцентов платиноидов, намереваясь сосредоточиться на добыче никеля.

Канадская компания *North American Palladium Ltd* ведет разработку руд месторождения Лак-дез-Иль в канадской провинции Онтарио. До 2014 г. месторождение эксплуатировалось карьером, позднее добыча выросла за счет ввода в строй подземной части рудника. Его сырьевой базы достаточно для обеспечения бесперебойной работы на достигнутом уровне, однако в планах компании — дальнейшее расширение мощности предприятия и наращивание ресурсов за счет изучения флангов месторождения [19, с. 2–3]. Компания выпускает в основном палладий, добыча его в 2015 г. составила 7,6 т [26, с. 21].

Количество мелких продуцентов платиноидов не превышает полутора десятков, все они действуют в традиционных добывающих регионах — ЮАР, Канаде, США, России и Зимбабве.

В ближайшей перспективе отрасль может пополниться новыми игроками, в том числе сравнительно крупными; некоторые из них уже начали производство. Так, компания *Platinum Group Metals Ltd* в конце 2016 г. запустила свой первый рудник Масеве (Maseve) в Западном секторе Бушвельдского интрузива [21] и к 2019 г. планирует начать эксплуатацию месторождения Ватерберг в Северном секторе, что к 2021 г. даст компании суммарно около 22 т МПГ.

Еще на четырех участках Бушвельдского интрузива в ЮАР ведется строительство новых предприятий. Самым крупным из них станет рудник Платриф в Северном секторе. На нем запроектировано поэтапное увеличение годовой мощности по добыче МПГ с 15 т в 2020 г., когда планируется запуск первый шахты, до 45 т к моменту выхода на полную мощность в 2028 г. Проект реализует компания *Ivanhoe Mines Ltd* [15, с. 8].

В Зимбабве в северной части массива Великая Дайка совместными усилиями России и Зимбабве осваивается месторождение Дарвендейл. Оператором его является местная компания *Great Dyke Investments (Pvt) Ltd*. После выхода в 2023 г. на проектную мощность на руднике планируется добывать 30 т МПГ [13].

В России компания *ООО «Черногорская ГРК»* (входит в *ГК «Русская Платина»*) планировала уже в 2017 г. начать эксплуатацию Черногорского месторождения. После ввода в эксплуатацию также и южной части месторождения Норильск-1, где в настоящее время ведутся разведочные работы, и выхода предприятия на проектную мощность ежегодная добыча компании может достичь 21 т МПГ в год [2].

Запустить рудники мощностью 1–6 т МПГ в год планируют около десятка компаний.

Прогноз добычи платиноидов на эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях до 2030 г.

В целом на эксплуатируемых в настоящее время месторождениях платиноидов до конца текущего столетия добыча будет сохраняться на сегодняшнем уровне, хотя, начиная с 2021–2023 гг., ожидается сокращение количества добываемых металлов примерно на 10% по мере исчерпания ресурсной базы месторождений Крундал в ЮАР и Кевитса в Финляндии (рис. 15.5).

Среди проектов освоения новых месторождений наиболее близки к реализации восемь, находящихся на стадии технико-экономической оценки (*feasibility study*). Их завершение могло обеспечить рост мировой добычи платиноидов, начиная уже с 2017 г., когда планируется ввод в строй четырех рудников — крупного на Черногорском месторождении в России и мелких Нортмет в США, Дюмон (*Dumont*) в Канаде и Кабанга (*Kabanga*) в Танзании. Мощность проектируемых на них предприятий суммарно составляет около 62 т платиноидов, или около 12% мировой добычи 2015 г.

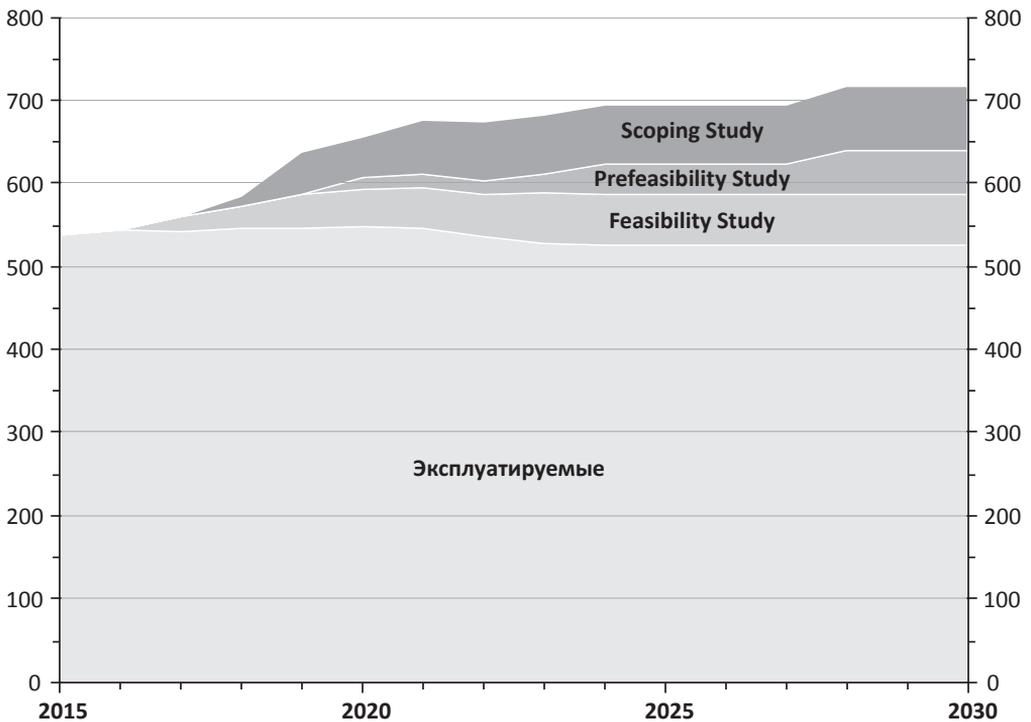


Рис. 15.5 Прогноз добычи металлов платиновой группы на основе ресурсов эксплуатируемых и осваиваемых месторождений в 2015–2030 гг., тонн

На стадии предварительного технико-экономического обоснования (prefeasibility study) находятся три проекта, в том числе такой крупный, как Платриф в ЮАР; суммарная мощность проектируемых предприятий оценивается в 52 т МПГ ежегодно. Еще на пяти объектах выполняется предварительная финансово-экономическая оценка (preliminary economic assessment или scoping study) возможности освоения; в случае реализации этих проектов добыча МПГ в мире может вырасти еще на 77 т. Однако такие проекты подвержены значительным рискам, и их реализация в большой степени зависит от текущей конъюнктуры рынка металлов платиновой группы, а также никеля, попутно с которым они часто добываются.

Конъюнктура каждого из металлов платиновой группы различна, поскольку они имеют разные области применения, своих поставщиков и потребителей и т. д. Наиболее востребованные платина и палладий находят широкое применение в автомобильной, ювелирной, химической и других областях промышленности, в том числе медицинской. Кроме того, драгоценные металлы используют в качестве инвестиционных инструментов, что

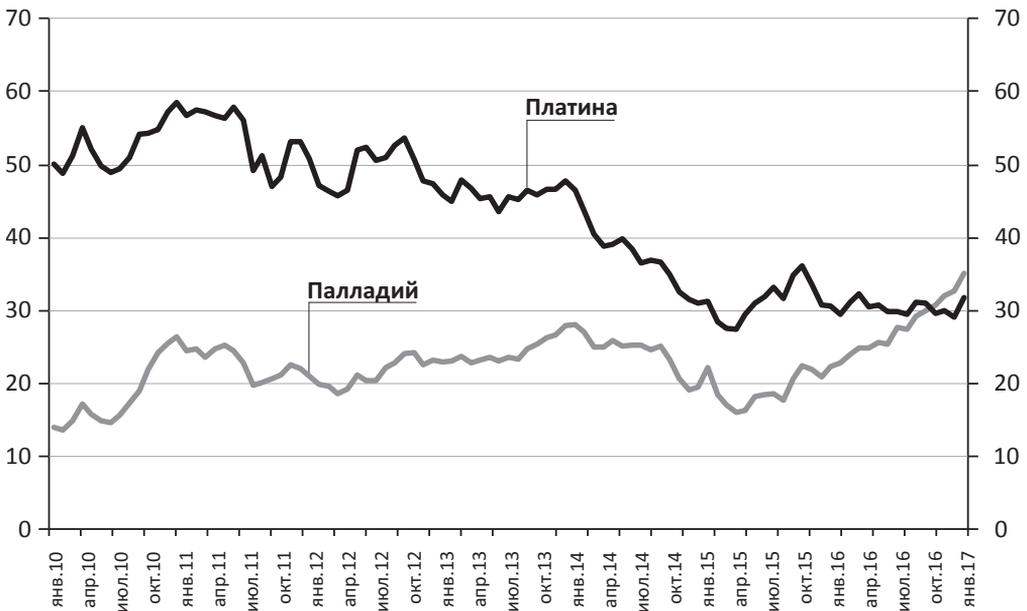


Рис. 15.6 Динамика цен на платину и палладий на Лондонском рынке платины и палладия в 2010-2017 гг. и в январе 2018 г., долл/г

может сильно влиять на цены. В последнее пятилетие ценовые тенденции платины и палладия были различны. Если котировки платины в целом демонстрировали снижение, то для палладия отмечался рост цен. Однако в середине 2014 г. цены на палладий также начали снижаться, а для платины спад оказался более резким (рис. 15.6), что было обусловлено удорожанием доллара по отношению к другим валютам и оттоком инвестиций из сырьевого сектора. Это послужило причиной консервации двух из семи проектов, в основу экономической целесообразности которых положены цены на платиноиды — Лесего в Бушвельдском интрузиве в ЮАР [25] и Манни-Манни в Австралии [8].

С начала 2016 г. конъюнктура рынка МПГ изменилась — цены на оба драгоценных металла начали расти, что было связано с ожиданием некоторого недостатка поступления на рынок физической платины в 2016 г. и увеличением дефицита палладия, наблюдавшегося в последние четыре года [26, с. 9]. Ожидается, что эта положительная тенденция сохранится. Спрос на физические драгметаллы на рынке, по оценкам аналитического агентства Johnson Matthey, будет продолжать расти за счет увеличения потребления, в основном, со стороны автомобильной промышленности. Кроме

того, металлы платиновой группы по-прежнему представляют интерес как инвестиционные инструменты, и в условиях оживления экономики спрос на них может расти со стороны финансового сектора [16, с. 12]. Это позволяет ожидать, что проекты, для которых основным полезным ископаемым являются МПГ, будут реализованы в срок.

Рентабельность остальных проектов определяется, преимущественно, рыночной стоимостью никеля. Несмотря на слабую конъюнктуру рынка этого металла (см. раздел «Никель»), законсервирован только один проект — Арктик-Платинум компании *Gold Fields Ltd* в Финляндии [11, с. 21]. Остальные проекты продолжают реализовываться. Это обусловлено тем, что руды сульфидных медно-никелевых месторождений перерабатываются в никелевую продукцию высокого качества — рафинированный металл и полупродукты металлургического передела, востребованные как в сталелитейной, так и в других отраслях промышленности. Формирования избытка этих продуктов на рынке не происходит в отличие от ферроникеля и черного ферроникеля, получаемых из латеритных руд. Кроме того, дополнительный доход от реализации попутной продукции, в том числе МПГ, повышает экономическую устойчивость таких проектов.

Таким образом, сценарий роста производства МПГ представляется вполне реалистичным. В случае своевременного ввода в строй всех проектируемых рудников к 2030 г. добыча их может вырасти почти на 192 т. Однако для того, чтобы это произошло, необходимо существенное укрепление конъюнктуры рынков цветных и благородных металлов уже в ближайшие годы. В настоящее же время из-за сложной экономической ситуации высока вероятность того, что реализация многих проектов, в том числе находящихся на завершающихся стадиях, будет сдвинута на более поздний срок, тем более, что крупные компании не спешат вводить в строй новые предприятия и расширять действующие производства. В этом случае рост предложения платиноидов на рынке сможет удовлетворить растущий спрос на металлы, однако не сформирует их избытка, который мог бы спровоцировать обвал цен.

Значимую долю этого роста могут обеспечить отечественные месторождения. Но реализация проекта холдинга ООО «Русская Платина» затягивается — начало добычи на Черногорском месторождении перенесено с 2017 г. на 2020 г., сроки вовлечения в отработку южной части месторождения Норильск-1 не определены. Причиной этого, помимо сложной ситуации на рынке никеля, является отсутствие у холдинга собственных металлургических мощностей. Успех проекта во многом зависит от того, будет ли компания ПАО «ГМК «Норильский никель»» вести переработку добываемого ООО «Русская Платина» сырья на своих предприятиях.

Та же проблема возникнет у компании ООО «Кингашская ГРК», ведущей освоение Кингашского и Верхнекингашского сульфидных месторождений на юге Красноярского края. Кроме того, их руды отличаются невысоким содержанием полезных компонентов и себестоимость эксплуатации будет существенно выше, чем на норильских объектах, что делает проект в большой степени зависимым от конъюнктуры рынка. Сроки ввода в эксплуатацию этих месторождений пока не известны.

Прочие месторождения, в том числе ряд объектов малосульфидного платинометалльного типа в Мурманской области, находятся на стадии геолого-разведочных работ; это означает, что ввод их в эксплуатацию возможен лишь в дальней перспективе. Реализация проектов освоения собственно платиноидных месторождений зависит также от того, будет ли построено предприятие по переработке этого сырья, поскольку технологическая схема для таких руд несколько отличается и их нельзя перерабатывать на имеющихся мощностях.

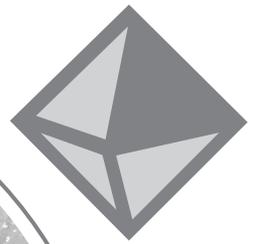
Другим значимым фактором, сдерживающим вовлечение в отработку новых отечественных объектов, независимо от их геолого-промышленного типа, является невысокий внутренний спрос на рафинированные платиноиды, который не может обеспечить достаточного рынка сбыта. Для выхода на зарубежные биржевые площадки необходимо, чтобы продукция отвечала требованиям международного стандарта. Аффинаж платиноидов соответствующего уровня могут вести три российских аффинажных завода, крупнейшим из которых является АО «Красноярский завод цветных металлов имени В. Н. Гулидова», однако основная часть его мощностей занята переработкой сырья, поставляемого ПАО «ГМК «Норильский никель»».

Сложившееся положение негативно сказывается на темпах продвижения проектов освоения, в первую очередь крупных отечественных месторождений. Тем не менее, возможности укрепления позиции России на мировом рынке платиноидов имеются, они могут быть реализованы при условии роста спроса на драгоценные металлы в мире и/или формирования новых ниш сбыта внутри страны.

Список источников

1. Кочнев-Первухов, В. И. Минеральное сырье. Металлы платиновой группы: Справочник. Е. С. Заскинд [и др.]: ЗАО «Геоинформмарк». 1998
2. МФД-ИнфоЦентр Онлайн. Финансовые Новости. «НРА» подтвердило компании «Русская платина» рейтинг на уровне «А+». 05.04.2016
3. Норильский никель. Годовой отчет ПАО «ГМК «Норильский никель»» за 2015 год. 14.06.2016
4. О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2015 году: Государственный доклад. 2016

5. Прайм. Вестник золотопромышленника. Бюллетень № 14. 16.05.2016
6. Anglo American Platinum Ltd. Media. Press Release. Anglo American Platinum completes sale of Rustenburg Operations to Sibanye. 01.11.2016
7. Anglo American Platinum Ltd. Production Report for the quarter ended 31 December 2015. 28.01.2016
8. Australian Government, Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources. Platinum Group Elements. 2014
9. British Geological Survey. World Mineral Production 2011–2015. 2017
10. Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources Table 1. Preliminary as at December 2015. 2016
11. Gold Fields Ltd. Integrated Annual Report 2015. 2016
12. Government of India. Ministry of Mines. Indian Bureau of Mines. Mining & Mineral Statistics. Statistical Profiles of Minerals 2013–14. 2014, April
13. Great Dyke Investments (Pvt) Ltd. Project Darwendale. Strategic development plan. 2014
14. Implats. Integrated Annual Report 2015. 2015
15. Ivanhoe Mines Ltd. Platreef Project. 2014 Prefeasibility Study. 08.01.2015
16. Johnson Matthey Precious Metals Management. PGM Market Report November 2015. 2015
17. Lonmin plc. Annual Report and Accounts for the year ended 30 September 2015. 2015
18. Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2015 China Mineral Resources. 2015, October
19. North American Palladium Ltd. 2015 Annual Report. 2016
20. North American Palladium Ltd. News Releases. North American Palladium Provides Update on Reserves and Resources at Lac des Iles. 25.02.2015
21. Platinum Group Metals Ltd. Press Release. Platinum Group Metals Reports on Maseve Mine Operations. 04.04.2017
22. Platinum Group Metals. Technical Report. THE Preliminary Economic Assessment on Waterberg Joint Venture Project, Limpopo Province, South Africa. 14.02.2014
23. Sibanye Gold Ltd. Integrated Annual Report 2016. 2016
24. Sibanye Gold Ltd. Media Release. Sibanye announces proposed acquisition of Stillwater Mining Company. 09.12.2016
25. SNL. Lesego (South Africa). Property Profile. 2017
26. Thomson Reuters. GFMS. Platinum Group Metals Survey 2016. 2016, May
27. Wellgreen Platinum Ltd. Preliminary Economic Assessment. Technical Report. Welgreen Project. Yukon Territory, Canada. 18.03.2015



АЛМАЗЫ

Для проведения анализа добычных возможностей эксплуатируемых и осваиваемых месторождений алмазов была собрана и обработана информация о 200 объектах с запасами и ресурсами алмазов по всему миру. Учтены данные по большинству эксплуатируемых месторождений и наиболее значимым проектируемым добывающим предприятиям зарубежных стран. В анализе участвовали также все российские месторождения, учитываемые Государственным балансом запасов полезных ископаемых Российской Федерации, независимо от степени их освоения.

Полнота проанализированных данных оценивалась по доле камней, добываемых на объектах, участвовавших в анализе, в совокупной мировой добыче алмазов. Согласно статистическим данным международной организации *Kimberly Process*, в 2015 г. мировое производство сырых алмазов составило 127,4 млн кар [26]. Объекты, участвовавшие в анализе, в сумме

обеспечили 106,5 млн кар, что составило почти 84% мирового показателя. Причиной некоторой неполноты стало отсутствие информации о конкретных месторождениях отдельных африканских стран, играющих важную роль в мировой алмазодобыче. Это, прежде всего, Демократическая Республика Конго (ДРК), обеспечивающая около 12% мирового производства алмазов, Зимбабве (около 3%) и некоторые другие, где разработку месторождений ведут местные компании, не публикующие данных об объемах добычи, и, тем более, о запасах и ресурсах алмазов. Для анализа добычных возможностей сырьевой базы этих стран использовались статистические данные по странам в целом, если они доступны, а также авторская экспертная оценка. Кроме того, в ограниченном количестве учитывались данные о россыпных месторождениях; в анализ вошли данные обо всех эксплуатируемых россыпях России и некоторых объектах ЮАР, Намибии, Анголы. В таких странах, как Сьерра-Леоне, Гана и Гвинея, разрабатываются, главным образом, мелкие россыпи, их эксплуатацию ведут мелкие компании и старатели, также не предоставляющие сведений о своей деятельности.

Основу мировой минерально-сырьевой базы алмазов составляют коренные месторождения в кимберлитовых/лампроитовых трубках и дайках, приуроченные к древним платформам; они обеспечивают около 90% мировой добычи. Остальная часть алмазов добывается на россыпных месторождениях: аллювиальных, прибрежно-морских (наземных и подводных), а также, в существенно меньших количествах — элювиальных и делювиальных.

Кимберлитовые и лампроитовые месторождения различаются исключительно по составу вмещающих пород. В природе преобладают скопления алмазов, связанные с кимберлитами, промышленные объекты лампроитового типа известны только в Австралии — это гигантская трубка Аргайл (Argyle) и среднемасштабное месторождение Эллендейл (Ellendale), включающее несколько мелких трубок.

По морфологии большинство алмазных месторождений относится к трубкам взрыва (диатремам), различающимся по объемной форме (цилиндрические и разной степени конусности), форме сечения (изометричные, эллипсоидальные и неправильной формы) и внутреннему строению (однофазные и многофазные). Площадь горизонтального сечения кимберлитовых и лампроитовых трубок на поверхности может составлять от менее 1 га до более 25 га. С глубиной трубки сужаются и выклиниваются, иногда переходя в дайки. Масштабы месторождений, приуроченных к кимберлитовым/лампроитовым трубкам, варьируют от мелких до гигантских. Крупнейшими среди известных являются месторождения Орапа (Orapa)



и Джваненг (Jwaneng) в Ботсване, канадские Экейти (Ekati), российские Трубка Юбилейная, Трубка Мир. Масштаб месторождений не коррелирует ни с концентрацией алмазов в рудах, ни с качеством камней. Так, крупнейшая в России трубка Удачная относится к гигантским высоко-алмазоносным месторождениям. Она включает запасы категорий $A+B+C_1+C_2$ в объеме более 200 млн кар при среднем содержании камней 1,48 кар/т. Руды крупной по масштабу (почти 50 млн кар) российской трубки Интернациональная уникальны по концентрации алмазов, которая в среднем составляет 8,9 кар/т. Одним из самых низко-алмазоносных месторождений мира является среднемасштабная кимберлитовая трубка Летсенг-Ла-Терай (Letseng-La-Terai) в Лесото, руды которой содержат всего 0,017 кар/т алмазов, однако низкая концентрация алмазов с лихвой компенсируется высоким качеством камней, стоимость которых может достигать нескольких тысяч долларов за карат.

Мелкие трубки (Таежная, Спутник) в России не обрабатываются, в других странах промышленный интерес могут представлять группы близкорасположенных мелкомасштабных трубок, к примеру — месторождение Мерлин (Merlin) в Австралии.

Среди диатрем встречаются тела с широким растробом и тонким подводящим каналом, мощность которого, как правило, не превышает первых сотен метров, а диаметр кратеров достигает 1,5 км. Это крупные месторождения Стар (Star) и Орион-Саут (Orion-South) в канадской провинции Саскачеван.

Промышленные месторождения, связанные с дайками, силлами и жилами, редки, чаще всего они мелкие. Разведываются российское среднее по масштабу Майское дайковое месторождение в Республике Саха (Якутия) с уникальными по концентрации алмазов рудами (6,45 кар/т) и мелкое Дайк-1 (Duke-1) в Сьерра-Леоне [32].

Возраст алмазоносных кимберлитовых и лампроитовых тел варьирует в широких пределах. Наиболее древними среди разрабатываемых месторождений являются южноафриканская кимберлитовая трубка Куллинан (Cullinan), возраст которой определяется в 1200–1250 млн лет. Австралийская лампроитовая трубка Аргайл имеет возраст 1045–1100 млн лет, а аналогичные трубки куста Эллендейл относятся к самым молодым, их возраст определен в 20–22 млн лет. Возраст кимберлитовых трубок Якутии в среднем составляет 350–380 млн лет.

Россыпные месторождения алмазов дают небольшую долю драгоценного сырья, однако камни, добываемые из них, отличаются высоким качеством. Источниками современных россыпей являются коренные месторождения алмазов, а также промежуточные коллекторы — древние россыпи. Самостоя-

тельное промышленное значение имеют только аллювиальные и прибрежно-морские россыпи, эксплуатируемые во многих странах, а также древние алмазоносные россыпи в конгломератах, разрабатываемые в регионе Маранге (Marange) в Зимбабве.

Наиболее распространены аллювиальные россыпи, образованные постоянными водотоками — крупными ручьями и небольшими речками, реже — реками средних и крупных размеров. Для аллювиальных россыпных месторождений характерны все признаки таких объектов — слоистость отложений, преимущественно галечный состав, линзовидная или лентовидная форма залежей, а также сортированность обломочного материала, в том числе алмазов [6], что обуславливает в целом высокое качество заключенных в них камней. Выделяют русловые, долинные, террасовые и водораздельные россыпи. В длину залежи могут достигать 250 км, в ширину колеблются от 10 до 1000 м. По масштабу аллювиальные россыпи варьируют от мелких до уникальных, по концентрации камней — от низко-алмазоносных до объектов с уникальной алмазоносностью. Пески гигантской разрабатываемой россыпи р. Эбелях в Анабарском алмазоносном районе в России содержат алмазы среднего качества в количестве 1,41 кар/куб.м. В то же время камни мелких россыпей бассейна р. Вишера в Пермском крае характеризуются исключительно высоким качеством при очень низком среднем содержании (0,005–0,2 кар/куб.м). Высококачественные алмазы добываются из россыпей Либерии, Сьерра-Леоне, ЮАР, Гвинеи и Гайаны.

Прибрежно-морские россыпи широко распространены вдоль юго-западного побережья Африки. В основном это россыпи современных пляжей, береговых валов и прибрежно-морских террас, а также шельфовые. Алмазоносные россыпи залегают как на суше, так и на шельфе на глубине 30–200 м в виде прерывистых полос, параллельных (реже — перпендикулярных) береговой линии, протяженностью от нескольких сотен метров до нескольких километров и шириной от десятков метров до 1,5–2,5 км. Мощность продуктивных отложений от 0,3–2 м до 5–10 м в западинах и воронках. Алмазы в прибрежно-морских россыпях хорошо сортированы и характеризуются очень высоким качеством, выход ювелирных камней составляет 80–95%. Содержание алмазов в песках россыпей относительно невысокое (0,01–2 кар/куб.м) и неравномерное, встречаются обогащенные алмазами линзы и воронки, содержащие более 10 кар/куб.м.

Прибрежно-морские и морские россыпи активно разрабатываются на юге атлантического побережья Намибии. Крупнейшей из наземных россыпей мира является Горная Площадь № 1 (Mining Area No. 1) с ресурсами, превышающими 3,5 млн кар, при очень низком среднем содержании алма-



зов в песках (0,01 кар/т) [8]. Эксплуатация подводной россыпи Атлантик-1 (Atlantic 1) с ресурсами более 100 млн кар в акватории Намибии ведется при помощи специально оборудованных судов. Среднее содержание камней в ее песках — 0,09 кар/куб.м [8].

Россыпи делювиального и элювиального типов, как правило, обрабатываются вместе с коренными источниками алмазов. Они эксплуатируются на африканском континенте, а также в Индии и Южной Америке. В условиях холодного российского климата делювиальные и элювиальные россыпи образуются редко и запасы их незначительны.

Промышленное значение древних россыпей невелико. Известны преимущественно докембрийские россыпи в пляжевых и шельфовых конгломератах и гравелитах формации Бирим (Birim) в Гане, в конгломератах Витватерсранда (Witwatersrand) в ЮАР, а также в Индии и Бразилии. По масштабу эти объекты, как правило, мелкие. Проявления алмазов в древних прибрежно-морских россыпях есть в Якутии, в зоне сочленения Оленекского поднятия с Предверхоанским прогибом, однако промышленного интереса они не представляют.

Следует также упомянуть о месторождениях перспективных *метаморфогенного и импактного* типов, обладающих схожими параметрами: уникальным количеством запасов алмазов (более 1 млрд кар), очень высоким средним содержанием камней в рудах (>7 кар/т) при их низком, техническом качестве. Неразрабатываемое метаморфогенное месторождение Кумдыкольское в Казахстане связано с кристаллическими породами метаморфического комплекса Кокчетавского массива. Его ресурсы составляют около 3 млрд кар алмазов. В России разведаны два крупнейших в мире объекта импактного типа, месторождения Скальное и Ударное в Красноярском крае, приуроченные к Попигайскому метеоритному кратеру, с суммарными запасами почти 268 млрд кар алмазов. Импактные алмазы представляют собой мелкие поликристаллические агрегаты повышенной прочности, которые могут применяться в различных отраслях промышленности. Однако технология извлечения алмазов из руд сложна и эти объекты вряд ли будут освоены в ближайшей перспективе.

Прогноз добычи алмазов на месторождениях ведущих геолого-промышленных типов до 2030 г.

В ближайшие полтора десятилетия ситуация в алмазодобыче принципиально не изменится — по-прежнему более 90% драгоценного сырья будет извлекаться из кимберлитовых и лампроитовых диатрем (рис. 16.1). При этом к началу следующего десятилетия добыча алмазов из кимберлитовых

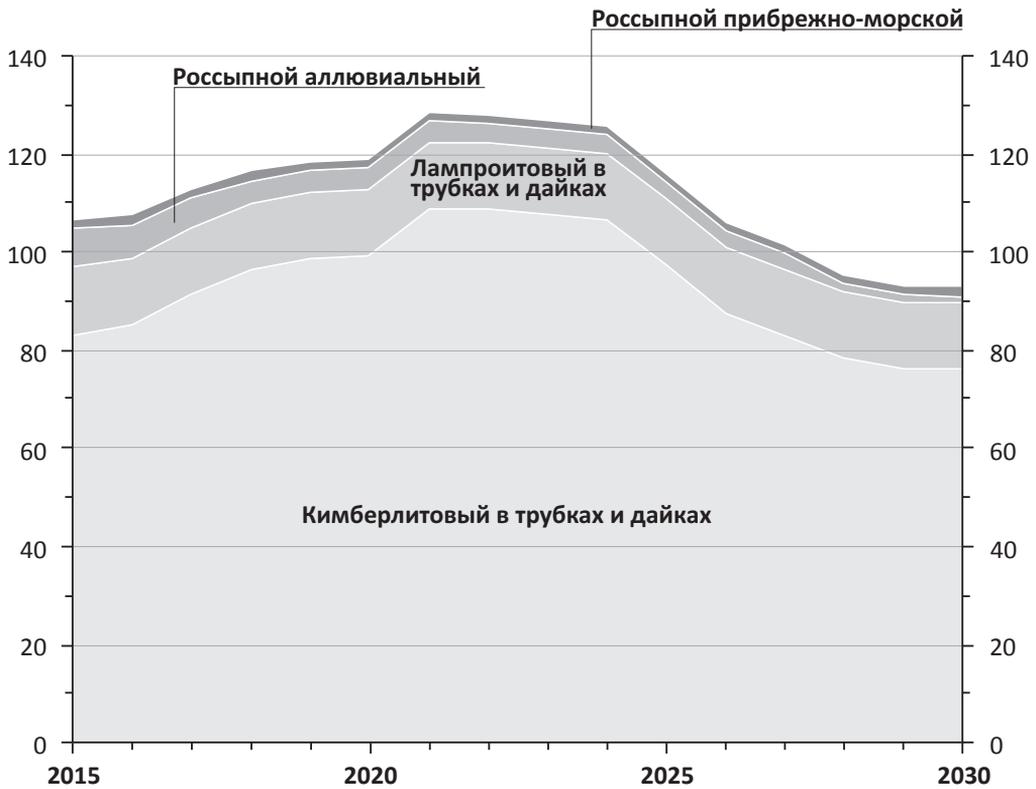


Рис. 16.1 Прогноз добычи алмазов на основе ресурсов месторождений различных геолого-промышленных типов в мире в 2015–2030 гг., млн кар

трубок может вырасти на четверть, благодаря вводу в эксплуатацию канадских месторождений Гахчо-Кьюэ (в 2016 г.), Ренар (2017 г.) и Стар–Орайон-Саут (ориентировочно в 2020 г.), выходу на полную производственную мощность рудников на российских месторождениях Трубка Ботубинская, Трубка Удачная и Трубка им. В. Гриба, а также началу разработки Верхне-Мунского месторождения в 2018 г. Однако в дальнейшем вероятен существенный спад объема извлекаемых камней на месторождениях данного промышленного типа. Это связано с ожидаемым в 2026–2027 гг. истощением сырьевой базы крупнейших коренных месторождений, обеспечивающих сегодня значительную часть мировой алмазодобычи — российских трубок Нюрбинская и Интернациональная, канадской Дайавик (Diavik), ангольской Катока (Catoca). К концу рассматриваемого периода будут исчерпаны запасы российской Трубки Айхал. В результате, согласно прогнозу, добыча на кимберлитовых месторождениях сократится на 7% по сравнению с уровнем 2015 г.



Сырьевая база лампроитовых месторождений (фактически — трубки Аргайл) достаточна для обеспечения бесперебойной добычи только до 2030 г., после чего она тоже будет истощена.

Ресурсы аллювиальных россыпей позволяют продолжать производство до 2030 г. и далее, правда, в меньших объемах. Добыча алмазов из наземных и подводных прибрежно-морских россыпей Намибии может продолжаться на текущем уровне в течение еще порядка 50 лет, однако перспективы ее существенного увеличения неопределенны.

Прогноз добычи алмазов на важнейших месторождениях мира до 2030 г.

Более половины мировой алмазодобычи (70,4 млн кар) сегодня обеспечивают десять гигантских и крупных коренных месторождений, среди которых — австралийская трубка Аргайл, ботсванские Джваненг и Орапа, Катока в Анголе, канадские Дайавик и Экейти, Венишия (Venetia) в ЮАР и три российские трубки (Юбилейная, Нюрбинская и Интернациональная). На каждом из них добывается сегодня не менее 3 млн кар алмазов (рис. 16.2). В период с 2026 г. по 2029 г. четырем из этих объектов — трубкам Нюрбинская, Интернациональная, Дайавик и Катока — грозит исчерпание сырьевой базы, в связи с чем ожидается выбывание добывающих мощностей в количестве 22 млн кар. Истощение ресурсов трубки Аргайл в Австралии и Юбилейной в России сразу после 2030 г. будет означать сокращение добычи алмазов еще примерно на 20 млн кар.

В то же время, в ближайшей перспективе на проектную производительность будут выведены рудники на отечественных трубках им. В. Гриба (4,5 млн кар в 2016 г.), Ботуобинской (5,6 млн кар в 2021 г.), Удачной (подземный рудник, 5 млн кар в 2019 г.), а также канадской Гахчо-Кьюэ (4,5 млн кар в 2017 г.), что выведет их в число ведущих продуцентов алмазов. Кроме того, ожидается, что этот список пополнит ангольское месторождение Луаше (Luaxe), добычу на котором планировалось начать в 2018 г. и к 2021 г. она достигнет порядка 8 млн кар/г (табл. 16.1). Эти проекты, в случае их успешной реализации, суммарно обеспечат около 15 млн кар алмазов и в период с 2021 по 2023 гг. добыча на крупнейших месторождениях может превысить 90 млн кар. Однако ресурсная база осваиваемой трубки Гахчо-Кьюэ будет исчерпана уже к концу следующего десятилетия, что, вкупе с выбыванием нескольких гигантских и крупных месторождений может привести к спаду производства алмазов на таких объектах к 2030 г. почти на четверть относительно максимума 2021–2023 гг.

Добычные возможности недр

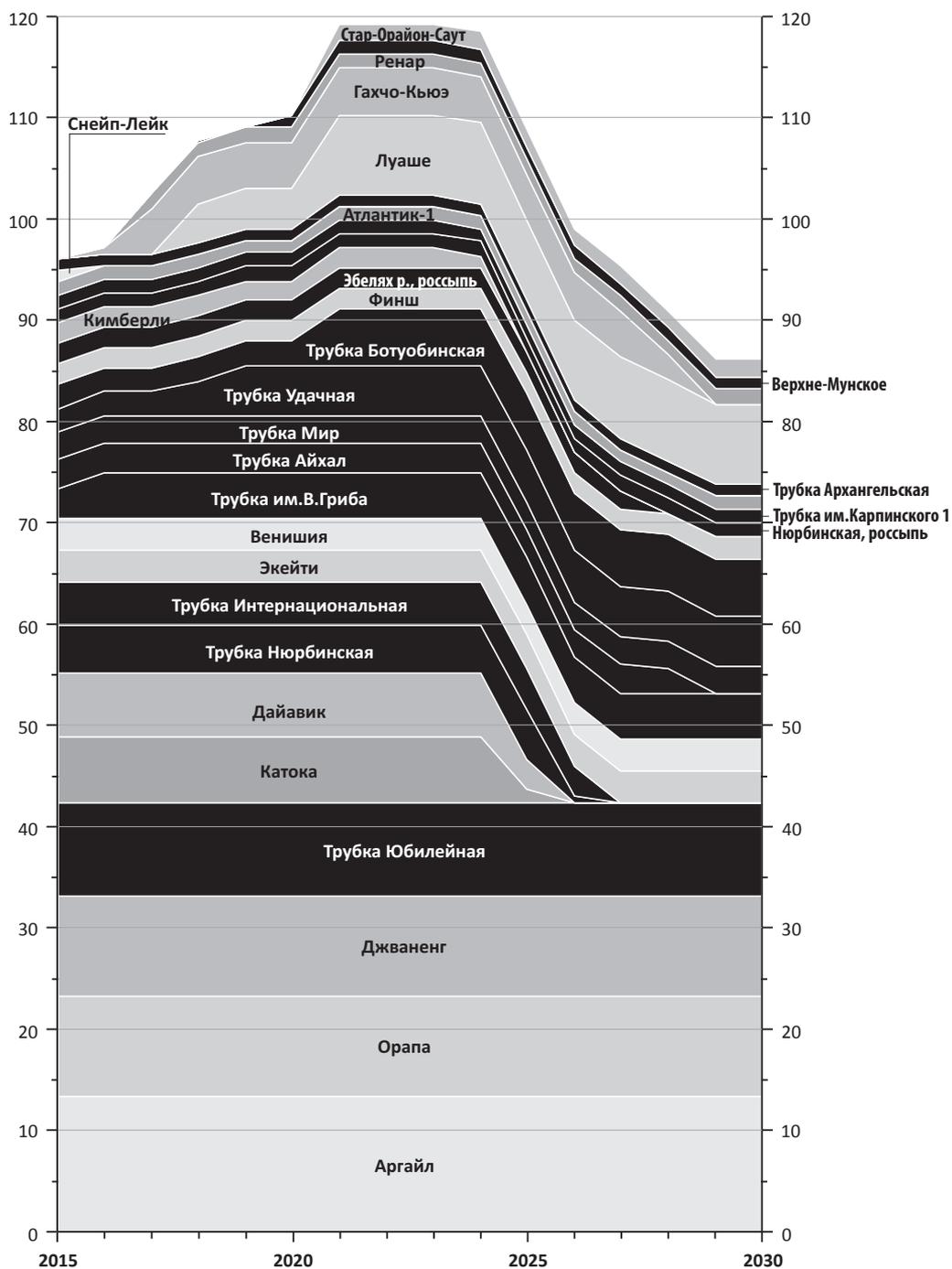


Рис. 16.2 Прогноз добычи алмазов на основе ресурсов важнейших месторождений мира в 2015–2030 гг., млн кар



Таким образом, к 2030 г. в списке лидеров алмазодобычи останутся австралийское месторождение Аргайл, ботсванские Джваненг и Орапа, канадское Экейти, южноафриканское Венишия, российская трубка Юбилейная. К ним могут присоединиться отечественные трубки Ботуобинская, Удачная и им. В. Гриба, канадское месторождение Гахчо-Кьюэ и осваиваемая трубка Луаше в Анголе. Суммарно на крупнейших объектах, вероятно, будет по-прежнему извлекаться порядка 70 млн кар алмазов ежегодно, однако доля их в мировой алмазодобыче вырастет примерно до трех четвертей. При этом сразу после 2030 г. ресурсы трубок Юбилейная и Аргайл, в сумме обеспечивающие почти 18% мировой добычи, будут исчерпаны.

Немногим менее четверти мирового объема добычи алмазов обеспечивают месторождения, мощность добывающих предприятий на которых составляет 1–3 млн кар/г. Рудник на одном из них, Снейп-Лейк (Snape Lake) в Канаде в декабре 2015 г. законсервирован из-за его нерентабельности. Кроме того, трем второстепенным месторождениям в ближайшие полтора десятилетия грозит исчерпание ресурсов: Кимберли (Kimberley) в ЮАР (2025 г.) россыпи р. Эбелях (2028 г.) и Трубке Айхал (2029 г.). Рудники на отечественных трубках им. В. Гриба, Ботуобинской и Удачной перейдут в разряд крупнейших алмазодобывающих предприятий мира. В период до 2020 г. ожидается ввод в эксплуатацию новых объектов Стар–Орайон-Саут в Канаде и Верхне-Мунского в России. Тем не менее, в целом доля месторождений «второго эшелона» в 2030 г. сократится более чем вдвое по сравнению с 2015 г.

Объекты с годовым объемом добычи менее 1 млн кар в настоящее время обеспечивают менее 10% мировой алмазодобычи. Несмотря на то, что в мире реализуется несколько проектов освоения новых объектов такого масштаба, доля мелких месторождений к 2030 г. может сократиться до 7%.

Таблица 16.1 Проекты освоения коренных кимберлитовых месторождений алмазов в мире

Проект	Страна	Стадия освоения*	Компания	Год ввода в строй	Проектная мощность по пр-ву алмазов, млн кар/год
Луаше	Ангола	Нет данных	АК «АЛРОСА»/Endiama	2018	8

Проект	Страна	Стадия освоения*	Компания	Год ввода в строй	Проектная мощность по пр-ву алмазов, млн кар/год
Гахчо-Кьюэ	Канада	FS	Mountain Province Diamonds Inc./De Beers Canada	2016	4,5
Бундер	Индия		Rio Tinto	законс.	3,5
Стар-Орайон-Саут	Канада	FS	Shore Gold Inc./Newmont Mining Corp.	2020	1,8
Ренар	Канада	FS	Stornoway Diamond Corp.	2016	1,5
Верхне-Мунское	Россия	освоение	АК «АЛРОСА»	2018	1,3
Лихобонг	Лесото	FS	Firestone Diamonds plc	2016	1
Майское	Россия	освоение	АК «АЛРОСА»	2019	0,88
Лерала	Ботсвана	FS	Kimberley Diamonds Ltd.	2016	0,38
Трубка Заря	Россия	освоение	АК «АЛРОСА»	2020	0,23
Тонго	Сьерра-Леоне	SS	Stellar Diamonds Ltd	2018	0,16
Мерлин	Австралия	FS	Merlin Diamonds Ltd	2017	0,06

*SS — scoping study, PFS — prefeasibility study, FS — feasibility study

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ АЛМАЗОВ ОСНОВНЫХ СТРАН-ПРОДУЦЕНТОВ ДО 2030 г.

Запасами и ресурсами алмазов располагают 23 страны мира (табл. 16.2). На сегодняшний день запасы (reserves) драгоценных камней, по нашим данным, превышают 2 млрд кар, а их суммарные ресурсы (resources) достигают 4,6 млрд кар.

Добыча алмазов в мире в 2015 г. превысила 127 млн кар. Почти 99% камней добывается из недр всего девяти стран — России, Ботсваны, Демократической Республики Конго, Австралии, Канады, ЮАР, Анголы, Намибии и Зимбабве (рис. 16.3, табл. 16.3).



Таблица 16.2 Ресурсы и запасы и алмазов в мире, млн кар

Страна	Категория	Значение
Россия*	Запасы категорий А+В+С ₁	982,8
	Запасы категории С ₂	204,3
	Забалансовые запасы	72,45
Австралия	Proved + Probable Reserves	84,61
	Measured + Indicated Resources	209,44
	Inferred Resources	42,53
Ангола	Reserves	74^s
	Resources	630 ^s
Ботсвана	Probable Reserves	306,6^r
	Indicated + Inferred Resources	908 ^r
Бразилия	Reserves	13,5
Венесуэла	Resources	20 ^s
Гана	Resources	90 ^s
Гвинея	Reserves	22,7^r
	Resources	40 ^s
Дем.Респ.Конго	Reserves	111^s
Зимбабве	Probable Reserves	4^r
	Resources	40 ^s
Индия	Reserves	0,98
	Measured + Indicated + Inferred Resources	30,88
Индонезия	Indicated + Inferred Resources	2,8 ^s
Камерун	Resources	24,7 ^s
Канада	Proved + Probable Reserves	267^r
	Indicated + Inferred Resources	508,8 ^r
Кот-д'Ивуар	Resources	10 ^s

Добычные возможности недр

Страна	Категория	Значение
Лесото	Probable Reserves	9,5[†]
	Resources	43,8 [†]
Либерия	Reserves	4,5[§]
Мали	Reserves	10[§]
Намибия	Probable Reserves	4,8[†]
	Indicated + Inferred Resources	106,8 [†]
Сьерра-Леоне	Indicated + Inferred Resources	11,6 [†]
Танзания	Indicated + Inferred Resources	44,6 [†]
Центр.Афр.Респ.	Resources	38,4 [§]
ЮАР	Proved + Probable Reserves	148,5[†]
	Indicated + Inferred Resources	448,6 [†]

По данным [4; 9; 15; 18; 19; 22]

* — по данным официальных источников

§ — оценка

† — сумма по известным месторождениям

Таблица 16.3 Динамика производства сырых алмазов в мире, млн кар

Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Австралия	7,83	9,18	11,73	9,29	13,56
Ангола	8,33	8,33	9,36	8,79	9,02
Ботсвана	22,9	20,56	23,19	24,67	20,78
Бразилия	0,04	0,05	0,05	0,06	0,03
Гайана	0,05	0,04	0,06	0,1	0,12
Гана	0,3	0,23	0,17	0,24	0,17
Гвинея	0,3	0,27	0,2	0,16	0,17
ДРК	19,25	21,52	15,68	15,65	16,02
Зимбабве	8,5	12,06	10,41	4,77	3,49



Страна	2011	2012	2013	2014	2015
Индия	0,01	0,03	0,04	0,04	0,03
Камерун	0	0	0*	0*	0*
Канада	10,79	10,45	10,56	12,01	11,68
Китай	0*	0*	0*	0	0
Конго	0,08	0,05	0,06	0,05	0,04
Кот-д'Ивуар	0	0	0	0*	0,01
Лесото	0,22	0,48	0,41	0,35	0,3
Либерия	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07
Намибия	1,25	1,63	1,69	1,92	2,05
Россия	35,14	34,93	37,88	38,3	41,9
Сьерра-Леоне	0,36	0,54	0,61	0,62	0,5
Танзания	0,04	0,13	0,18	0,25	0,2
Того	0*	0*	0*	0*	0
ЦАР	0,32	0,37	0	0	0
ЮАР	8,21	7,08	8,14	7,43	7,22
Итого	123,96	127,97	130,47	124,76	127,4

По данным: [23; 24; 25; 26; 27]

0* — незначительное количество

Крупнейшим мировым продуцентом алмазов в натуральном выражении является Россия, обеспечивающая почти треть мирового производства. Уже в 2017–2018 гг. доля страны могла немного сократиться в связи с исчерпанием ресурсов ряда россыпей (Гусиный ручей, Биллях, Верхний Биллях, Моргогор, уч. Исток, Ботуобинская). Однако в дальнейшем добыча алмазов, как ожидается, будет расти и достигнет пика в 2021 г., когда она может превысить 48 млн кар — на 14% больше уровня 2015 г. Рост связан с ожидаемым выходом на проектную мощность карьеров на месторождениях Трубка Ботуобинская и Трубка им.В.Гриба, эксплуатация которых началась в конце 2014 г., а также на подземном руднике Трубки Удачная, введенном в строй в июне 2014 г. [1].

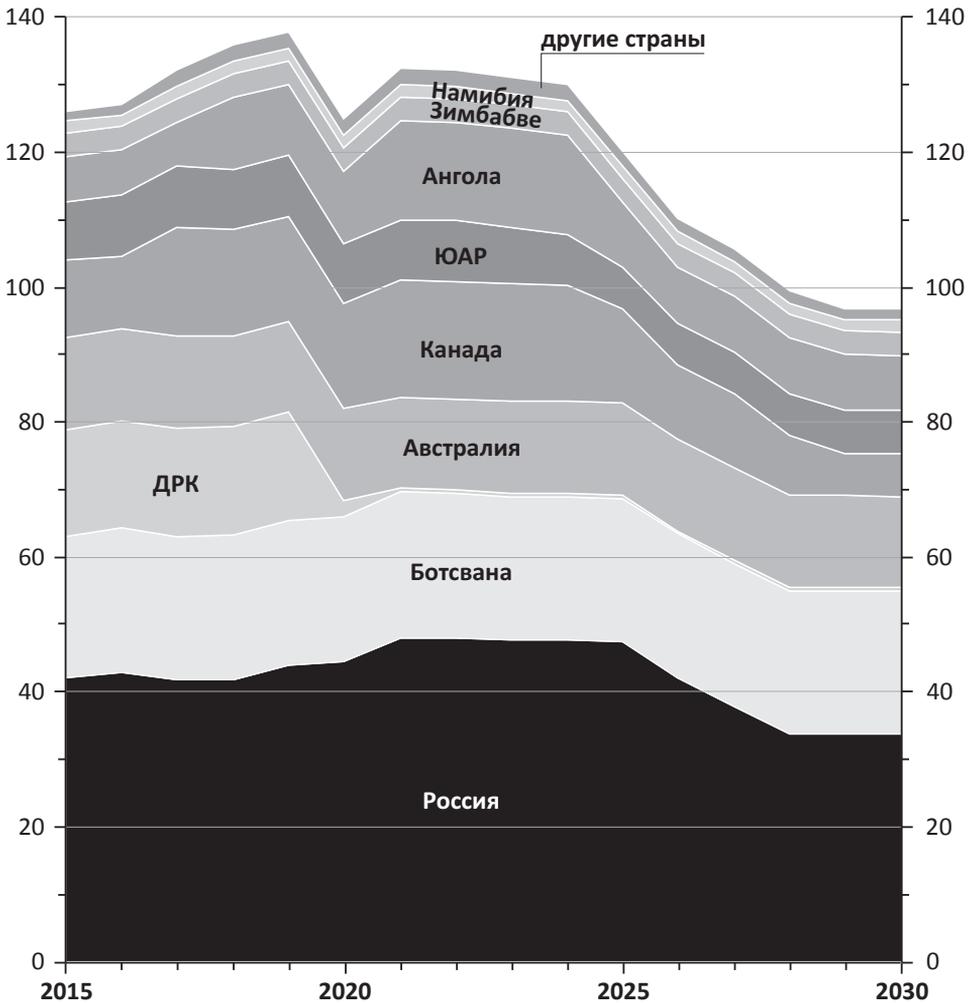


Рис. 16.3. Прогноз добычи алмазов на основе ресурсов ведущих стран-производителей в 2015–2030 гг., млн кар (по ДРК и Зимбабве — оценка)

В конце 2018 г. планируется начало разработки крупного Верхне-Мунского месторождения, включающего три кимберлитовые трубки; полная мощность рудника по добыче к 2019 г. должна была составить более 1 млн кар в год [3]. В июне 2016 г. начались вскрышные работы еще на одном объекте — трубке Заря. Выход карьера на проектную годовую мощность около 0,23 млн кар планируется на 2021 г. [2]. Вовлекается в освоение, кроме того, коренное месторождение Майское и сопряженная с ним одноименная россыпь, добычу на них планировалось начать в 2019 г., а на полную мощность (0,877 тыс. кар) рудник должен выйти в 2020 г.



Тем не менее, с середины следующего десятилетия объем извлекаемого из недр драгоценного сырья может начать снижаться в связи с ожидаемым исчерпанием запасов трубок Нюрбинская и Интернациональная в 2027 г. и Айхал в 2029 г. Несмотря на это, до 2030 г. Россия имеет все шансы удерживать мировое первенство по добыче алмазов. Стоит, однако, оговориться, что после исчерпания ресурсов Трубки Юбилейная, обеспечивающей почти 22% отечественной алмазодобычи, страна может уступить лидерство главному конкуренту — Ботсване.

Ботсвана уступает лидеру по добыче алмазов в натуральном выражении вдвое, в 2015 г. здесь добыто немногим менее 21 млн кар. В то же время по стоимости добываемых камней она нередко опережает Россию. Основной объем алмазодобычи страны обеспечивают гигантские кимберлитовые трубки Джваненг и Орапа; их ресурсный потенциал позволит вести эксплуатацию на текущем уровне ориентировочно в течение ближайших 50 лет. В небольших объемах добыча ведется на крупных месторождениях Дамча (Damtshaa) и Летлхакане (Letlhakane), а также средних по масштабу Гагу (Ghaghoo) и Карове (Karowe); на последней в ноябре 2015 г. был обнаружен второй по величине алмаз за всю историю массой 1111 кар [28]. В апреле 2016 г. введен в строй карьер на среднемасштабном месторождении Лерала (Lerala), где в течение девяти лет планируется ежегодно добывать около 0,38 млн кар алмазов [21]. Таким образом, Ботсвана может добывать не менее 20 млн кар ежегодно в течение ближайших нескольких десятилетий.

Демократическая Республика Конго находится третьем месте в мире по добыче алмазов в натуральном выражении (16 млн кар в 2015 г.), однако качество добываемых в стране камней очень низкое, их средняя цена составляет всего 8–9 долл./кар. Алмазодобыча ведется на коренных и россыпных месторождениях района Мбужи-Майи (Mbuji-Mayi), другое название — Бакванга (Bakwanga), в основном старателями; единственная алмазодобывающая компания *Societe Miniere de Bakwanga*, действующая в ДРК, на 80% принадлежит правительству. Объемы добычи в стране ежегодно сокращаются, при этом, по нашей оценке, к 2021 г. ее ресурсы алмазов могут быть исчерпаны.

Практически все алмазы Австралии добываются на гигантской трубке Аргайл, сложенной оливиновыми лампроитами, ресурсов которой достаточно для обеспечения бесперебойной добычи на сегодняшнем уровне только до 2030 г. Небольшое количество драгоценных камней добывалось на месторождении Эллендейл, однако летом 2015 г. работы на нем были остановлены [20]. В 2017 г. планировалось начать отработку мелких трубок кластера Мерлин с объемом добычи около 60 тыс.кар/г [29].

Крупнейшими алмазодобывающими предприятиями Канады являются рудники на кимберлитовых месторождениях Дайавик и Экейти в провинции Саскачеван в пределах кимберлитового поля Форт-а-ла-Корн (Fort a la Corn), обеспечивающие более 80% добычи страны. В 2015 г. отрабатывались также месторождения Виктор (Victor) и Снейп-Лейк; в конце года их владелец компания De Beers объявила о консервации на неопределенный срок подземного рудника Снейп-Лейк, как одного из наименее рентабельных предприятий [10]. Рост алмазодобычи в стране может быть обеспечен вводом в эксплуатацию месторождений Гахчо-Кьюэ [13], Ренар [30] и группы месторождений Стар–Орион-Саут, начало добычи на которых ожидается ориентировочно в 2020–2021 гг. После выхода предприятий на полную мощность алмазодобыча в Канаде может вырасти в полтора раза. Однако уже к 2026 г. иссякнут ресурсы месторождения Дайавик, а к 2029 г. — Гахчо-Кьюэ, что вдвое сократит производство драгоценных камней в стране.

Более 80% добычи алмазов ЮАР обеспечивают три коренных месторождения: Венишия, Финш (Finsh) и Кимберли (Kimberley). Истощение ресурсов в ближайшие полтора десятилетия грозит только Кимберли, которое эксплуатируется с 1869 г.; его сырьевая база может быть исчерпана к 2025 г. Сведений о проектах освоения новых месторождений в ЮАР нет.

Главным источником алмазов Анголы является гигантская кимберлитовая трубка Катока, ресурсы которой могут закончиться уже к 2026 г. Еще около четверти камней добывается на нескольких россыпных месторождениях, в том числе старателями. В середине 2015 г. появились сообщения о проекте освоения кимберлитовой трубки Луаше с ресурсами (resources) в количестве 350 млн кар. На базе месторождения планируется строительство рудника производственной мощностью 8–10 млн кар в год, запуск его ожидался уже в 2018 г. [7]. В случае успешной реализации проекта Ангола сможет составить конкуренцию не только ЮАР, но также Австралии и Канаде.

«Алмазная лихорадка» в Зимбабве, которая вспыхнула в 2010 г. после открытия древних алмазоносных россыпей в конгломератах в регионе Маранге и привела к многочисленным конфликтам, постепенно прекращается. Пик алмазодобычи пришелся на 2012 г., когда страна вышла на четвертое место в мировом рейтинге крупнейших продуцентов алмазов с результатом 12 млн кар алмазов, после чего началось сокращение добычи в связи с исчерпанием запасов алмазов в легкообогатимых выветрелых высокоалмазоносных конгломератах. Для большинства действовавших в Зимбабве компаний (в основном, китайских) отработка глубоких горизонтов конгломератов с более низким содержанием алмазов стала невыгодной, и они ушли из страны. В 2014 г. в Зимбабве было добыто всего 4,8 млн кар алмазов,



в 2015 г. — 3,5 млн кар. В начале 2016 г. была создана государственная консолидированная алмазодобывающая компания *Zimbabwe Consolidated Diamond Company (ZCDC)*, которая получила лицензии покинувших страну продуцентов и взяла добычу на себя [14]. В будущем производство алмазов в стране, по-видимому, будет продолжать сокращаться из-за его низкой рентабельности.

В Намибии к настоящему времени известны только россыпные месторождения алмазов: прибрежно-морские подводные и наземные россыпи атлантического побережья, а также аллювиальные россыпи бассейна р. Оранжевая. Добыча алмазов в стране ведется в сравнительно небольших объемах — около 2 млн кар в год, однако качество добываемых камней очень высоко; по итогам 2015 г. средняя цена 1 кар составила 591 долл. Ресурсы алмазов страны оценены более чем в 100 млн кар; большая их часть разведана в подводной россыпи Атлантик-1.

Среди прочих алмазодобывающих стран следует выделить Лесото и Сьерра-Леоне, где добыча алмазов ведется в небольших объемах (0,3–0,6 млн кар в год), но камни отличаются очень высоким качеством. В Лесото реализуется проект освоения кимберлитовой трубки Лихобонг (Liqhobong), на которой уже в 2017 г. планировалось получать 1,1 млн кар драгоценных камней в год [17]. В Сьерра-Леоне в рамках проекта Тонго (Tongo) осваивается мелкая кимберлитовая дайка Дайк-1 (Duke-1), из руд которой планируется ежегодно извлекать 53 тыс./кар алмазов.

Таким образом, к 2030 г. из списка стран-лидеров алмазодобычи может выпасть Демократическая республика Конго, роль России и Канады, скорее всего, уменьшится, а Ботсваны и Австралии, а также Анголы, напротив, вырастет. Еще более драматические изменения могут произойти сразу после 2030 г., когда в результате исчерпания ресурсов трубки Аргайл из числа крупных продуцентов может выпасть Австралия, а Россия, потеряв более 20% добычи из-за истощения трубки Юбилейной, может лишиться позиции лидера, которую она занимала в течение многих лет.

Прогноз добычи алмазов горными компаниями до 2030 г.

Несмотря на то, что корпорация *De Beers* потеряла монополию в добыче алмазов, мировая алмазодобывающая отрасль характеризуется высокой концентрацией: подавляющую часть драгоценных камней в мире добывают всего три компании (рис. 16.4), лидером среди которых в настоящее время является российский холдинг Группа «АЛРОСА».

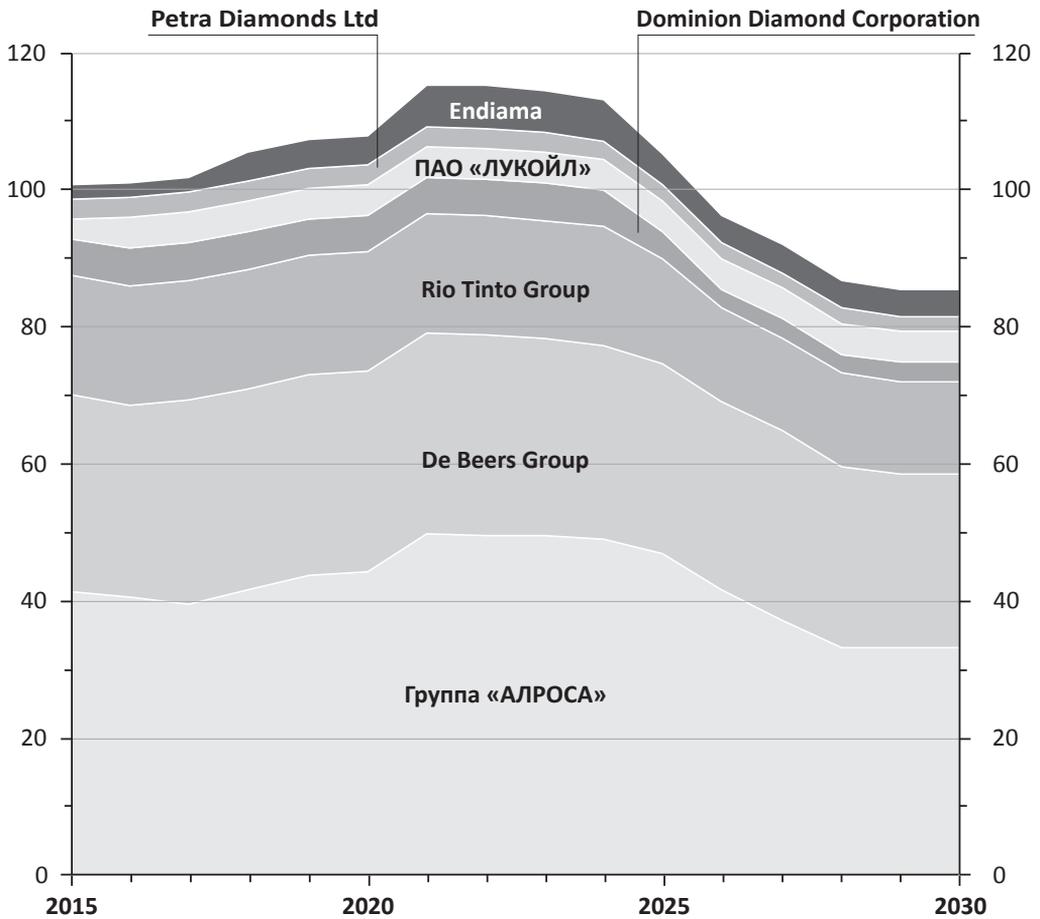


Рис. 16.4 Прогноз добычи алмазов на основе ресурсов, находящихся в распоряжении добывающих компаний, в 2015–2030 гг., млн кар

На долю холдинга приходится почти треть мировой добычи алмазов (41,3 млн кар в 2015 г.). В него входят компании ПАО АК «АЛРОСА», ПАО «АЛРОСА-Нюрба», АО «Алмазы Анабара», ОАО «Нижне-Ленское» и ПАО «Севералмаз». Предприятия холдинга разрабатывают все отечественные месторождения алмазов, за исключением Трубки им. В. Гриба. Кроме того, АК «АЛРОСА» владеет долей в ангольском руднике Катока (32,8%) и проекте Луаше (50%). В 2017 г. ожидалось небольшое сокращение добычи компании в связи с исчерпанием ресурсов ряда россыпных месторождений, однако затем ее производство, как ожидается, будет расти благодаря выходу на полную мощность карьеров на Трубке Ботуобинская, подземном руднике



Трубки Удачная, вводу в строй рудников на Верхне-Мунском и Майском месторождениях, а также на Трубке Заря. Исчерпание в следующем десятилетии запасов трубок Нюрбинской, Интернациональной и Айхал может привести к падению добычи алмазов компании в 2030 г. на 20%, однако она может сохранить первое место в мировом рейтинге производителей алмазов, в основном, благодаря планируемому вводу в эксплуатацию месторождения Луаше в Анголе. Однако с истощением ресурсов Трубки Юбилейная лидерство может быть окончательно утрачено.

Группа компаний *De Beers*, занимающая в настоящее время вторую позицию в мире по объему добываемых камней, на 85% принадлежит холдингу *Anglo American plc* и на 15% — правительству Ботсваны. В группу входят компании *Debswana*, которая обрабатывает месторождения Орапа, Джваненг и Летлхакане в Ботсване, *De Beers Consolidated Mines*, являющаяся оператором рудников Венишия и Вурспуд (*Voorspoed*) в ЮАР, *Namdeb Holdings* (прибрежно-морские и аллювиальные россыпи Намибии) и *De Beers Canada* (Снейп-Лейк, Виктор в Канаде). В совокупности в 2015 г. на них добыто 28,8 млн кар алмазов, при этом основной объем добычи группы (почти 20 млн кар) обеспечили рудники Орапа и Джваненг. Значительная сырьевая база алмазов этих месторождений позволит *De Beers Group* в течение, как минимум, ближайших полутора десятилетий сохранить объем добычи на уровне, близком к текущему; его снижение к 2030 г. не превысит 12%. Таким образом, *De Beers Group*, вероятнее всего, сохранит второе место в мире по алмазодобыче до конца рассматриваемого периода.

Горнодобывающий холдинг *Rio Tinto* владеет австралийским рудником Аргайл и 60% активов рудника Дайавик в Канаде. В 2015 г. алмазодобывающие предприятия группы добыли 17,4 млн кар алмазов. При этом уровне добычи ресурсы обоих месторождений позволяют вести их отработку до 2030 г. и далее. Компания развивала кимберлитовый проект Бундер (*Bunder*) в Индии, начало разработки месторождения было запланировано на 2019 г. Благодаря ему Индия могла войти в десятку крупнейших алмазодобывающих стран мира. Однако в августе 2016 г. *Rio Tinto* объявила об отказе от реализации проекта из-за противодействия местных экологов [12].

Еще четыре компании ежегодно добывают от 2 млн кар до 5,5 млн кар. Канадская компания *Dominion Diamond Corporation*, которая владеет 40% активов рудника Дайавик и 88,9% предприятия на месторождении Экейти, занимает в настоящее время четвертое место в рейтинге алмазодобывающих компаний. Следом располагалась российская нефтяная корпорация ПАО «ЛУКОЙЛ», которой принадлежала компания АО «Архангельскгеолдобыча», эксплуатирующая месторождение Трубка им. В. Гриба в Архангельской

области. В декабре 2016 г. корпорация заключила соглашение о продаже АО «Архангельскгеолдобыча» группе «Открытие Холдинг» [5]. Замыкают список крупных продуцентов британская *Petra Diamonds Ltd*, выкупившая в период с 2007 г. по 2011 гг. пять алмазных рудников (четыре в ЮАР и один в Танзании) у *De Beers*, и ангольская государственная компания *Endiama*, владеющая 32,8% активами рудника Катока и половиной проекта Луаше в Анголе.

К 2030 г. рейтинг компаний-продуцентов «второго эшелона» может заметно измениться. Объем добычи компании *Dominion Diamond Corporation* после 2026 г. сократится вдвое в связи с исчерпанием ресурсов месторождения Дайавик. Компания *Petra Diamonds Ltd* сократит количество добываемых алмазов на четверть из-за истощения ресурсов месторождения Кимберли в ЮАР. В то же время группа «Открытие Холдинг» (до 2017 г. — ПАО «ЛУКОЙЛ») может удвоить свои показатели благодаря выходу на полную мощность рудника на трубке им. В. Гриба. Компания *Endiama* также имеет шансы значительно нарастить добычу в случае успешного ввода в эксплуатацию рудника Луаше.

ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ АЛМАЗОВ НА ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ И ОСВАИВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ДО 2030 г.

В целом добыча алмазов на эксплуатируемых в настоящее время месторождениях мира может сохраняться примерно на уровне 2015 г. до конца текущего десятилетия, а в первой половине следующей декады прогнозируется небольшой рост, связанный с выходом на полную мощность рудников на российских трубках Ботуобинская и Удачная. Резкий спад мирового производства алмазов, связанный с выбыванием добывающих мощностей на ряде российских трубок, а также месторождениях Катока и Дайавик, как ожидается, начнется в 2025 г. (Рис. 16.5), после чего добыча может на некоторое время стабилизироваться на уровне порядка 79 млн кар, что на четверть меньше уровня 2015 г.

По состоянию на 2015 г. в мире реализовались десять проектов освоения алмазных месторождений. На восьми из них были завершены работы *feasibility study*, а к концу 2016 г. на четырех объектах — Лерала в Ботсване [21], Ренар [13] и Гахчо-Кьюэ [30] в Канаде, а также Лихобонг в Лесото [16] — начата добыча. Ввод в эксплуатацию остальных планировался в период 2017–2020 гг. После выхода на полную мощность всех этих объектов, ожидаемого к 2021 г., суммарный объем добываемых алмазов может превысить 11 млн кар.

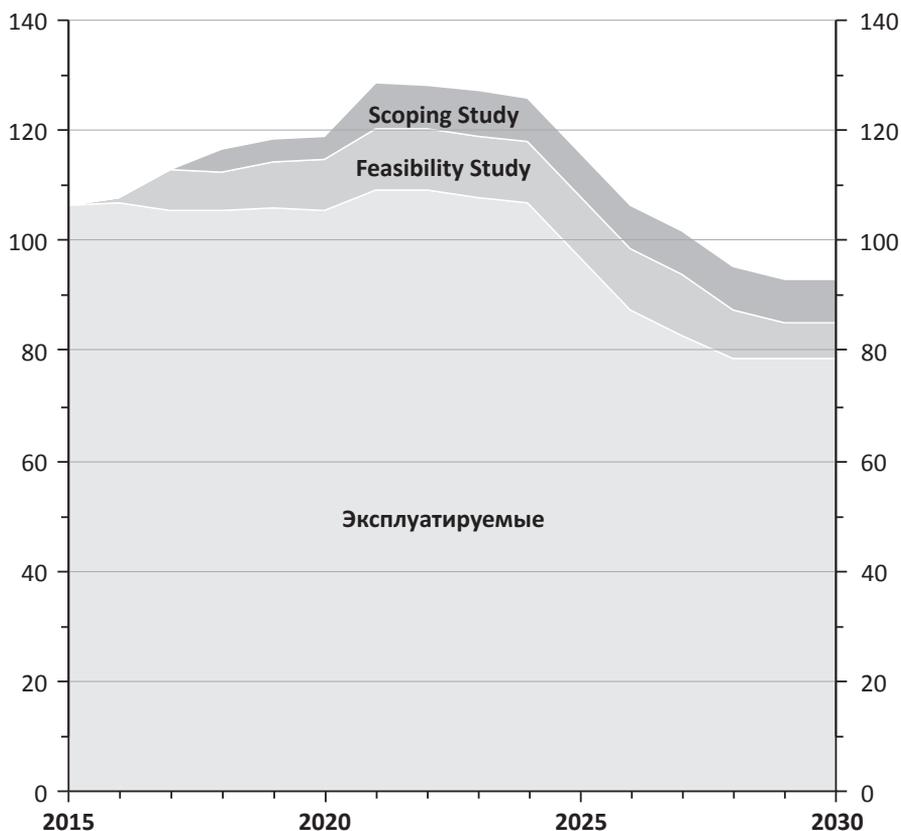


Рис. 16.5 Прогноз добычи алмазов на основе ресурсов эксплуатируемых и осваиваемых месторождений в 2015–2030 гг., млн кар

Еще примерно столько же драгоценного сырья могут дать объекты, находящиеся на более ранних стадиях освоения. Предварительная экономическая оценка (preliminary economic assessment) и работы scoping study завершены на проекте Тонго в Сьерра-Леоне; проектный срок ввода горнодобывающего предприятия в строй – 2018 г. Владелец проекта, компания *Stellar Diamonds* анонсировала получение предварительного (неофициального) разрешения на разработку месторождения [31]. К объектам, на которых проведены работы scoping study, нами также отнесено ангольское месторождение Луаше, хотя детальной информации по данному проекту нет. Судя по имеющейся информации, выход рудника на нем на полную мощность ожидается в 2021 г.

Таким образом, в случае своевременного завершения всех имеющихся проектов освоения месторождений алмазов суммарная добыча алмазов в мире в начале следующего десятилетия может увеличиться на 20% отно-

сительно 2015 г. Однако по мере истощения ресурсов ныне эксплуатируемых объектов, а позднее — ресурсов осваиваемого месторождения Гахчо-Кьюэ объем добываемых в мире камней начнет сокращаться и к 2030 г., даже при самом благоприятном развитии событий добыча алмазов в мире составит менее 90% уровня 2015 г.

Рассчитывать на более оптимистичный сценарий нет оснований, поскольку значимых открытий месторождений алмазов после обнаружения Канадской алмазоносной провинции в 90-х годах прошлого века в мире практически не было, хотя о возможности появления новых алмазоносных регионов может свидетельствовать открытие коренных месторождений алмазов Бундер в Индии и Луаше в Анголе. Помимо того, что месторождения алмазов редки, причиной этого может быть снижение активности геологоразведочных работ на алмазы, связанное с затяжным падением цен на бриллианты, длящимся с перерывами с 2012 г. К началу 2017 г. индексы цен опустились ниже уровня января 2009 г. (Рис. 16.6) Они так низки, что даже некоторые действующие предприятия становятся нерентабельными — одно из них, подземный рудник Снейп-Лейк в Канаде уже законсервирован.

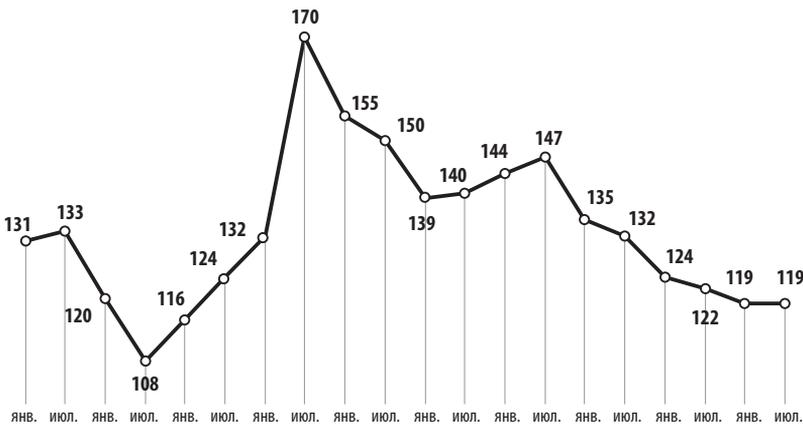


Рис. 16.6 Динамика среднемесячных индексов цен на бриллианты в мире в 2008–2017 гг., по данным Polishedprices.com

Если заметных открытий не будет сделано в течение ближайших пяти-восьми лет, в середине следующего десятилетия мир столкнется с резким сокращением предложения алмазного сырья, что может вызвать новый виток роста цен на бриллианты.



Однако такому развитию событий может помешать быстрый рост производства синтетических, искусственно выращенных алмазов, особенно в Китае. Ювелирные украшения с такими камнями привлекают покупателей не только более низкой ценой, но и своим «гуманным» происхождением — без причинения вреда окружающей среде и людям. По прогнозу Morgan Stanley, синтетические алмазы уже к 2020 г. могут оккупировать не менее 15% рынка бриллиантов-меле (размером от 0,001 до 0,15 кар) и 7,5% — рынка камней больших размеров [11]. Это может стать существенной угрозой для алмазодобывающей промышленности. Однако, натуральные камни, особенно крупного размера, очевидно, будут продолжать играть роль «вечных ценностей».

Так или иначе, в настоящее время все имеющиеся в мире проекты освоения новых месторождений алмазов продолжают реализовываться; известно о заморозке только одного из них — прекращено освоение месторождения Бундер в Индии, однако это вызвано не экономическими, а иными причинами. А перспектива роста цен на алмазы позволяет надеяться на активизацию поисковых работ в мире и, возможно, открытие и освоение новых месторождений алмазов.

Российская алмазодобывающая отрасль находится в сложной и неоднозначной ситуации — обладая крупнейшей в мире сырьевой базой драгоценных камней, страна обеспечена промышленными запасами алмазов лишь на четверть века. Это обусловлено высокими темпами добычи алмазов при относительно низком уровне воспроизводства. За последние десять лет прирост запасов алмазов по результатам ГРП лишь единожды восполнил их убыль при добыче — в 2009 г. за счет доразведки трубок Интернациональная, Нюрбинская и Удачная. При этом исчерпание запасов крупных кимберлитовых трубок Нюрбинской и Интернациональной, ожидаемое, соответственно, в 2026 г. и 2027 г., к концу следующего десятилетия может привести к почти двукратному спаду добычи алмазов в стране, а к 2035 г. она может сократиться в 2,5 раза, поскольку будет истощена также сырьевая база гигантской трубки Юбилейная.

Кроме того, в августе 2017 г. из-за аварии на подземном руднике на трубке Мир добыча на ней остановлена, а рудник законсервирован; возобновление его работы планируется не ранее начала 2024 г. Реализуемые в стране проекты освоения Верхне-Мунского и Майского месторождений и трубки Заря даже при условии своевременного ввода их в эксплуатацию суммарно обеспечат всего около 3 млн кар алмазов. Это может компенсировать снижение добычи из-за выхода из строя рудника Мир, но не восполнит выбывающие мощности предприятий, базирующихся на месторождениях с истощающимися запасами.

В то же время в России имеются перспективы открытия новых скоплений алмазов, как в скрытых кимберлитовых телах в традиционных алмазодобывающих регионах страны, так и на пока недостаточно изученных в этом отношении потенциально перспективных территориях Иркутской области и Красноярского края.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. АЛРОСА. Пресс-релиз. АЛРОСА завершает открытую обработку трубки «Удачная». 27.07.2015
2. АЛРОСА. Пресс-релиз. АЛРОСА приступила к освоению нового месторождения. 10.06.2016
3. АЛРОСА. Пресс-релиз. Правление АЛРОСА обсудило развитие Удачинского ГОКа. 26.03.2015
4. Данные ИС «Минерал». 2015
5. ПАО «ЛУКОЙЛ». Пресс-релизы. ЛУКОЙЛ заключил соглашение о продаже алмазоносного месторождения им. В. П. Гриба. 02.12.2016
6. Подчасов, В. М. Россыпи алмазов мира. М. Н. Евсеев [и др.]; ООО «Геоинформ-марк». 2005
7. Прайм Золото. Вестник золотопромышленника. АЛРОСА совместно с Endiama планирует добывать алмазы Луахе в Анголе. 02.07.2015
8. Anglo American Platinum Ltd. Ore Reserves and Mineral Resources 2015. 24.02.2016
9. Australian Government. Geoscience Australia. Australia's Identified Mineral Resources as at December 2015. 2016
10. De Beers Group. Snap Lake Mine — Canada. 2016
11. Diamonds.net. Rapaport News. Lab Grown Diamonds Pose Threat to Melee Prices. 19.07.2016
12. Diamonds.net. Rapaport News. Rio Tinto Abandons Indian Diamond Mining Project. 21.08.2016
13. Diamonds.net. Rapaport. News. Stornoway Launches Ore Processing at Renard Mine. 17.07.2016
14. DIB Online.Tacy LTD. News. Zimbabwe's ZCDC to get \$30m financing. 14.02.2016
15. DNPM (Departamento Nacional de Producao Mineral). Sumario Mineral 2015. 2016
16. Firestone Diamonds plc. News Releases. Liqhobong Commences Production Ramp-up. 21.10.2016
17. Firestone Diamonds. Mining Operations. Liqhobong. 2016
18. Government of India. Ministry of Mines. Indian Bureau of Mines. Indian Minerals Yearbook 2015 (Part-III: Mineral Reviews). Diamond. 2017, January.
19. Guinea. Economic analysis. Guinea's neighbours' resources. Mali. 2003
20. Kimberley Diamonds Ltd. Annual Report 2015. 30.06.2015
21. Kimberley Diamonds Ltd. Lerala Diamond Mine. May 2016 Production Begins. 2016, May
22. Kimberley Process. Documents. USGS. Summary of the Diamond Resource Potential and Production Capacity Assessment of Guinea. 2012, November
23. Kimberley Process. Rough Diamond Statistics. Annual Global Summary: 2012 Production, Imports, Exports and KPC Counts. 19.06.2013
24. Kimberley Process. Rough Diamond Statistics. Annual Global Summary: 2013 Production, Imports, Exports and KPC Counts. 01.07.2014



25. Kimberley Process. Rough Diamond Statistics. Annual Global Summary: 2014 Production, Imports, Exports and KPC Counts. 12.08.2015
26. Kimberley Process. Rough Diamond Statistics. Annual Global Summary: 2015 Production, Imports, Exports and KPC Counts. 10.06.2016
27. Kimberley Process. Rough Diamonds Statistics. Annual Global Summary: 2011 Production, Imports, Exports and KPC Counts. 24.07.2012
28. Lucara Diamond Corp. News Release. Lucara make diamond history recovers 1,111 carat diamond. 18.11.2015
29. Merlin Diamonds Limited. Interim Financial Report For The Half Year Ended 31 December 2015. 15.03.2016
30. Mountain Province Diamonds. Media Release. Gahcho Kue diamond mine opens. 20.09.2016
31. Stellar Diamonds Plc. News Releases. Initial Approval of Tongo Mine Licence. 31.05.2016
32. Stellar Diamonds PLC. Tongo Mine Preliminary Economic Assesment. 17.08.2015



ПРОГНОЗ ДОБЫЧИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ И ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ ЕГО РЕСУРСАМИ

Проведенный нами анализ обеспеченности ресурсами разрабатываемых в настоящее время месторождений ведущих металлов и алмазов показал, как и ожидалось, что в период до 2030 г. ресурсы некоторых из них будут полностью истощены. Это означает закрытие рудников на них и соответствующее сокращение совокупной добычи данного вида минерального сырья в мире. Как видно на рис. 17.1, наибольший спад добычи к 2030 г. прогнозируется для золота, серебра и алмазов, а также свинца и цинка. Так, ожидаемое исчерпание ресурсной базы целого ряда эксплуатируемых объектов может привести к тому, что мировая добыча золота в 2030 г. может составить менее 60% количества драгоценного металла, добытого в 2015 г., серебра — не более 70%, производство алмазов снизится не менее чем на четверть.

Добычные возможности недр

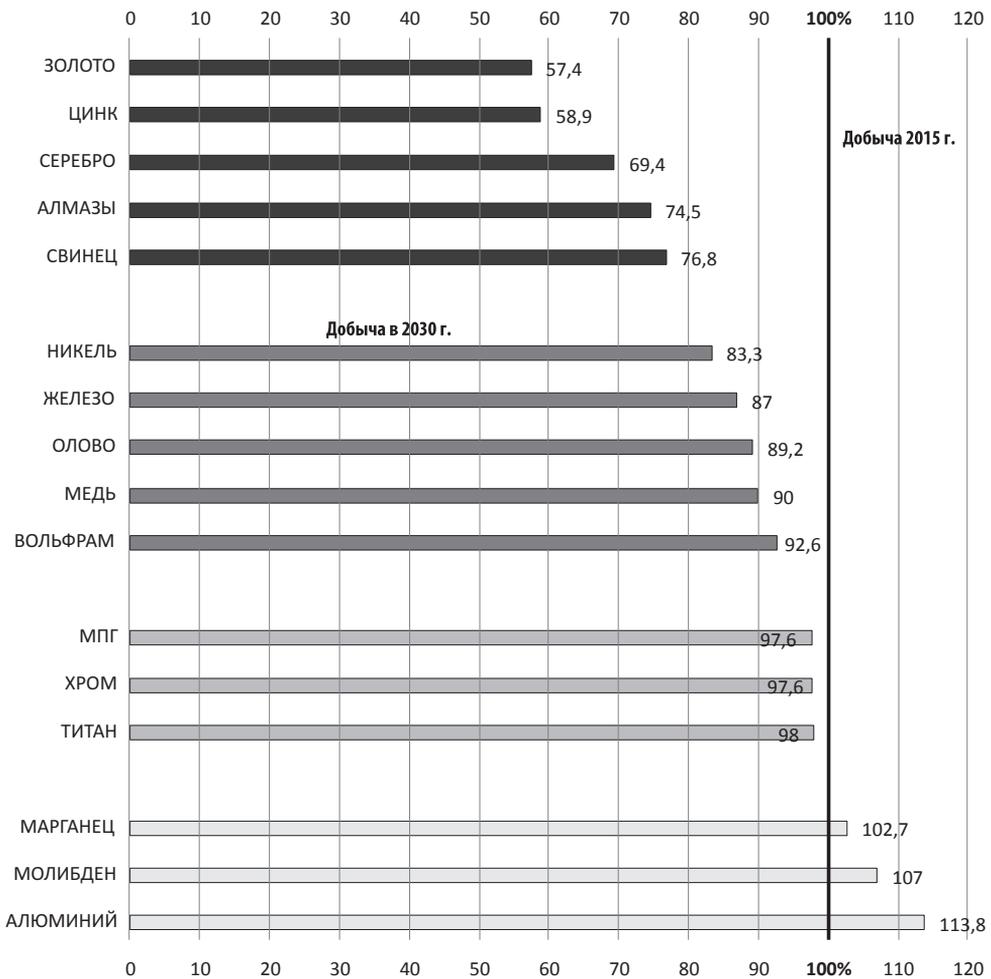


Рис. 17.1 Прогнозируемый уровень добычи минерального сырья в 2030 г. на эксплуатируемых в 2015 г. месторождениях, % от уровня 2015 г.

Это, разумеется, не означает, что человечество столкнется с нехваткой этих видов сырья. Напротив, высокая ликвидность золота и серебра способствовала возникновению многочисленных проектов освоения новых месторождений с ресурсами драгоценных металлов. И даже неблагоприятная конъюнктура не мешает их продвижению. Замороженных проектов освоения новых месторождений золота — единицы, в основном это мелкие объекты. В условиях снижавшихся в 2013–2015 гг. цен на золото некоторые горнодобывающие компании переносили ввод в эксплуатацию месторождений на более поздний срок с целью оптимизировать производственные



расходы, однако реализуемые в настоящее время проекты освоения новых месторождений, а также планируемое расширение мощностей действующих рудников могут не только компенсировать ожидаемую убыль добычи на эксплуатируемых месторождениях, но и, в случае их успешной реализации, к началу следующего десятилетия нарастят количество извлекаемого из мировых недр драгоценного металла на 15–16% относительно того, сколько его было добыто 2015 г. На рисунке 17.2 показан возможный уровень добычи золота, серебра и алмазов в период 2015–2030 гг. (в процентах от 2015 г.), при условии, что все существующие проекты освоения месторождений с их ресурсами будут завершены в запланированные сроки. Очевидно, что в полном объеме этого не произойдет, тем не менее ясно, что даже с учетом роста потребления спрос на золото будет удовлетворен. Сходная ситуация наблюдается для серебра, хотя число проектов освоения месторождений с его ресурсами, реализация которых остановлена из-за низких цен, несколько больше.

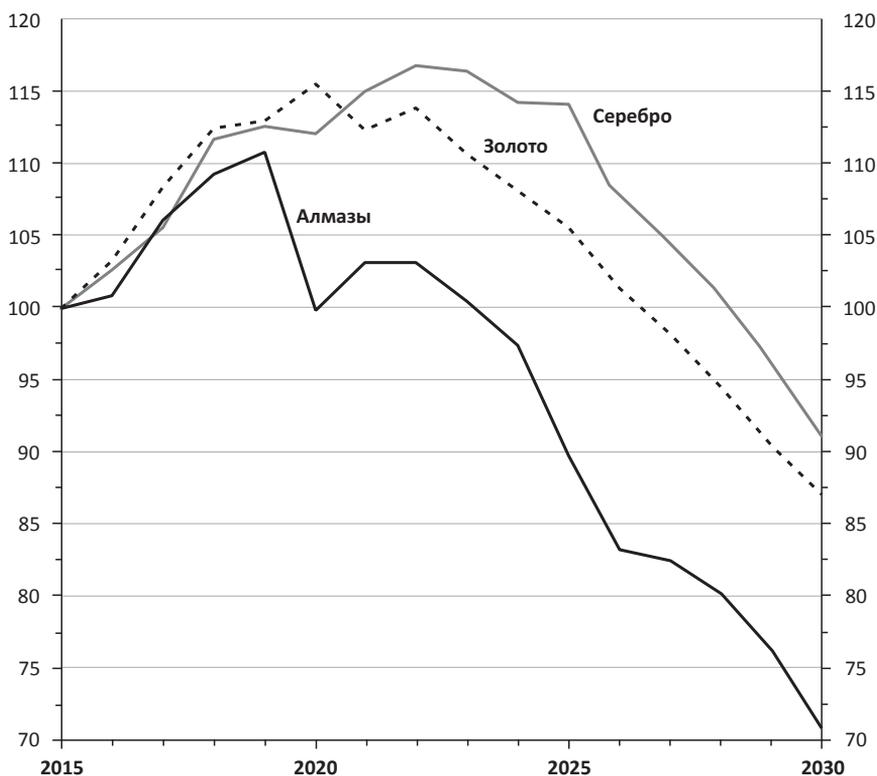


Рис. 17.2 Прогноз добычи золота, серебра и алмазов в 2015-2030 гг., % от уровня 2015 г.

Позднее количество добываемых золота и серебра могут вновь начать уменьшаться — все по той же причине выбывания действующих предприятий. Причем в период до 2030 г. могут быть исчерпаны ресурсы не только разрабатываемых объектов, но и некоторых из тех, которые сегодня еще не введены в эксплуатацию, в частности, золото-серебряного месторождения Эль-Лимон-Гуахес в Мексике. К 2030 г. суммарный объем добываемого на планете золота может сократиться на 13%, серебра — на 8%, если к тому времени не будут открыты и введены в эксплуатацию новые месторождения, о которых сегодня еще ничего не известно.

Драгоценные металлы характеризуются и самыми высокими темпами исчерпания их ресурсной базы — в среднем около 2% в год. Это означает, что, если принять количество ресурсов в мире по состоянию на конец 2015 г. за 100%, к 2030 г. мировая сырьевая база золота и серебра сократится почти на 30% относительно уровня 2015 г. (рис. 17.3). Причем это — с учетом осваиваемых сегодня объектов. Понятно, что месторождения, открытие которых еще впереди, отчасти компенсируют сокращение сырьевой базы, однако ожидать ее расширенного воспроизводства, по-видимому, не приходится.

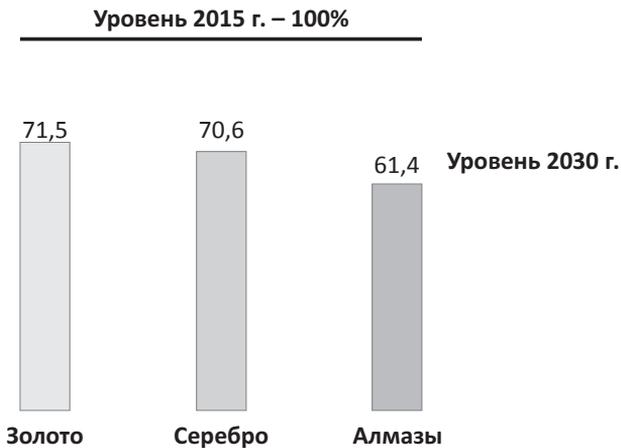


Рис. 17.3 Прогноз исчерпания ресурсов золота, серебра и алмазов, в мире в 2030 гг., % к уровню 2015 г.

Особое беспокойство вызывает обеспеченность добывающей промышленности ресурсами алмазов. Прогнозируется, что в ближайшее время добыча драгоценных камней может вырасти более чем на 10% относительно 2015 г. благодаря вводу в строй крупного месторождения Луаше в Анголе и трех



новых объектов в Канаде, а также выходом на проектную мощность карьеров на месторождениях Трубка Ботуобинская, Трубка им.В.Гриба и подземного рудника на Трубке Удачная в России.

Однако уже в 2020 г. она может вернуться к уровню 2015 г. из-за исчерпания ресурсов алмазов района Мбужи-Майи в Демократической республике Конго, а в дальнейшем, после некоторого роста прогнозируется резкий спад количества добываемых камней, связанный с завершением работы добывающих предприятий на российских кимберлитовых трубках Интернациональная, Нюрбинская, позднее Айхал и россыпи Эбелях, а также месторождении Катока в Анголе, канадских Дайавик и осваиваемом Гахчо-Кьюе, сырьевая база которых будет исчерпана в период 2027–2029 гг. Результатом этого может стать сокращение количества добываемых камней к 2030 г. на 30% относительно уровня 2015 г.

Ресурсы же алмазов из-за их активной разработки могут к 2030 г. уменьшиться почти на 40% (если не считать колоссальных ресурсов импактных алмазов Попигайской астроблемы).

Нет сомнений, что такая перспектива приведет к активизации геолого-разведочных работ, направленных на поиски новых скоплений алмазов во всем мире. Однако обнаружение новых, неизвестных доныне районов распространения алмазов случается не так часто. После появления Канадской алмазоносной провинции в 90-х годах прошлого века в мире не было ни одного открытия месторождений, сопоставимых с теми, которые в настоящее время обеспечивают основной объем производства этих драгоценных камней. В то же время выявление новых алмазоносных трубок в Индии (Бундер) и Анголе (Луаше) позволяют надеяться, что еще не все алмазоносные провинции на планете найдены и истощение известных месторождений будет компенсировано новыми открытиями.

Что касается добычных возможностей мировых сырьевых баз промышленных металлов, для большинства из них прогнозируется близкая картина возможной динамики добычи. На рисунке 17.4 показан ожидаемый уровень добычи железных и марганцевых руд, бокситов, меди, никеля, свинца, цинка, олова, вольфрама, молибдена, титана и платиноидов в период 2015–2030 гг. в процентах от добычи в 2015 г. Необходимо подчеркнуть, что такой сценарий может быть реализован лишь в том случае, если существующие сегодня проекты освоения новых месторождений с ресурсами этих видов сырья будут завершены в запланированные сроки.

Хорошо видно, что, хотя для некоторых из них — свинца, цинка, марганцевых руд и олова — в 2016–2017 гг. прогнозировался спад количества добываемого в мире сырья (что и подтвердилось), в целом период до 2022–2024 гг.

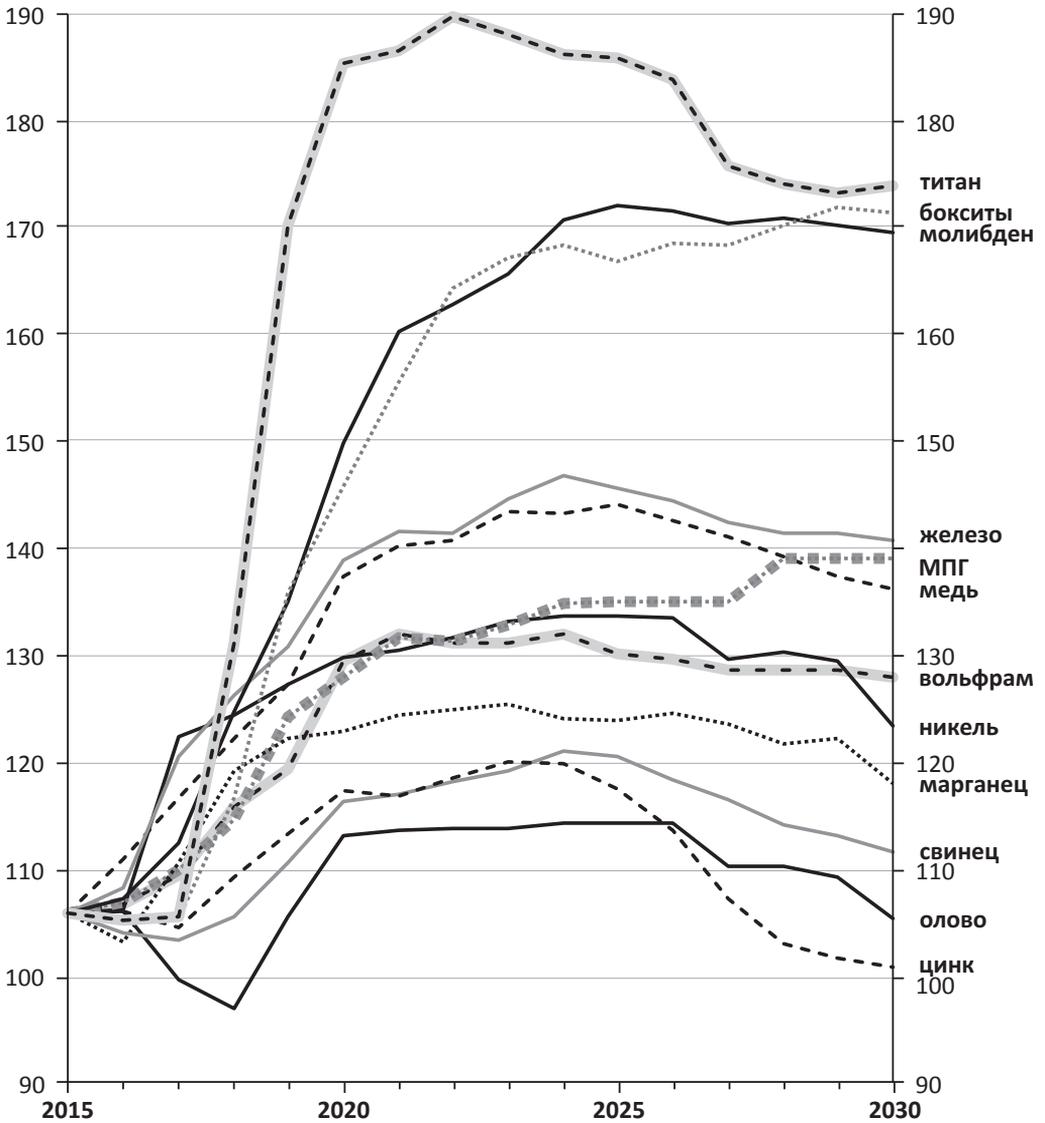


Рис. 17.4 Прогноз добычи железных и марганцевых руд, бокситов, меди, никеля, свинца, цинка, олова, вольфрама, молибдена, титана и платиноидов в 2015-2030 гг., % от уровня 2015 г.



характеризуется быстрым ростом добычи ведущих видов твердых полезных ископаемых. Именно в это время должна была быть запущена в эксплуатацию основная часть осваиваемых месторождений, а новые рудники — выйти на проектную мощность. Причем, если для большинства полезных ископаемых ожидается рост в интервале от 10% до 50% количества добытого в 2015 г., то для трех видов сырья — титана, бокситов и молибдена — он может превысить 60% этого уровня.

В дальнейшем для большинства металлов прогнозируется некоторый спад добычи, связанный с истощением ресурсов эксплуатируемых, а иногда и новых месторождений. Но он, по-видимому, не будет значительным. По нашей оценке, только количество извлекаемого из недр цинка в 2030 г. может оказаться меньше, чем в 2015 г. Производственные мощности рудников, строящихся на месторождениях остальных металлов, достаточны, чтобы добывать существенно больше минерального сырья, чем сегодня, даже при условии истощения ресурсных баз некоторых действующих предприятий.

Такая перспектива, с одной стороны, позволяет по достоинству оценить усилия геологов всего мира, с избытком обеспечивающих человечество необходимым минеральным сырьем, с другой — вынуждает предполагать возможное перепроизводство сырьевой продукции в ближайшие годы, что может усилить негативные тенденции на мировых рынках. Действительно, некоторые из них — рынок железорудной продукции, никеля, молибдена, вольфрамовых концентратов — сегодня испытывает проблемы, связанные с существенным избытком сырья. В годы высоких цен на сырьевую продукцию в мире возникло множество проектов освоения новых месторождений. Это в наибольшей степени характерно для железных руд, причем целый ряд новых объектов с их ресурсами был введен в эксплуатацию еще до 2015 г. (рис. 17.5).

Велико число осваиваемых месторождений никеля, мировая сырьевая база которого в конце прошлого века существенно выросла благодаря разработке и широкому внедрению дешевой технологии обогащения латеритных руд. Это обусловило не только возникновение множества проектов освоения месторождений силикатного никеля, но и изменение структуры отрасли с появлением новых стран-производителей, в том числе очень крупных. В период 2012–2016 гг., когда цены на все виды минерального сырья снижались, значительное число проектов было закрыто, однако оставшиеся в случае их реализации в запланированные сроки (как ожидается) могут значительно увеличить предложение сырья, что еще более усилит дисбаланс на рынке (рис. 17.6).

Особенно сложными представляются перспективы для производителей молибдена, поскольку этот металл в огромном количестве добывается попутно с медью на медно-порфириновых объектах, прежде всего в странах Латинской

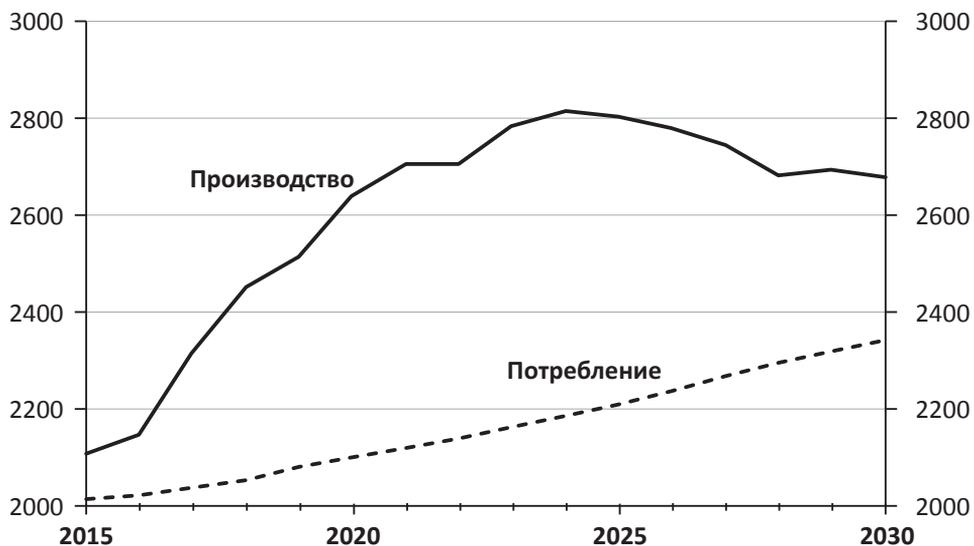


Рис. 17.5 Прогноз потребления и производства железорудного сырья до 2030 гг., тыс. т

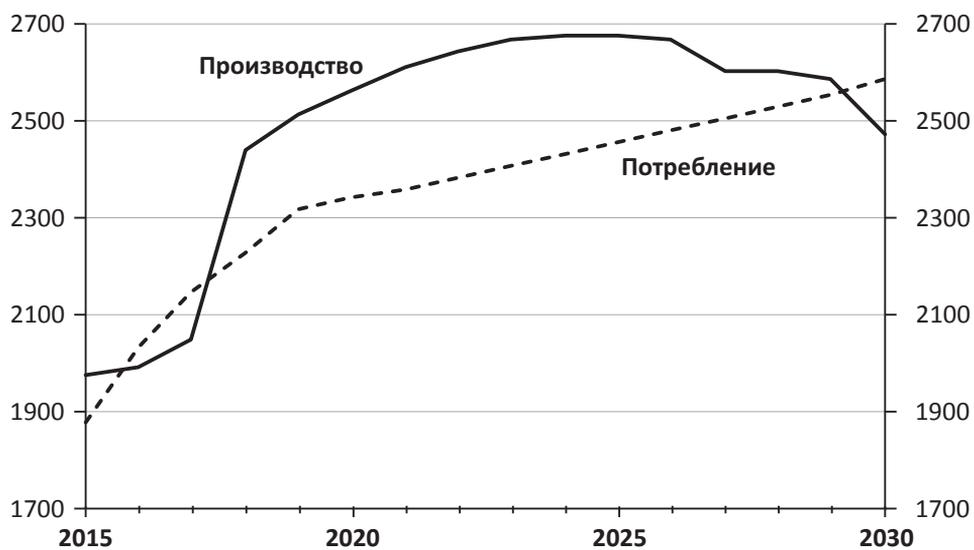


Рис. 17.6 Прогноз потребления и производства первичного никеля до 2030 гг., млн т

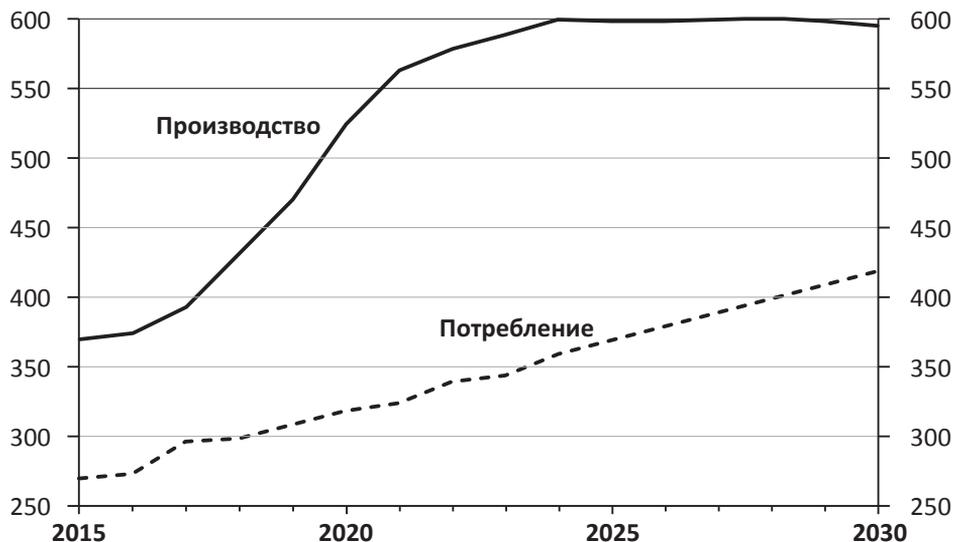


Рис. 17.7 Прогноз потребления и добычи молибдена до 2030 г., тыс. т

Америки. При этом в концентрат извлекается далеко не весь добытый металл — это делается для того, чтобы не создавать избытка сырья (рис. 17.7), который обрушил бы рынок молибдена. Тем не менее, недостатка в нем нет, о чем свидетельствует крайне низкий уровень цен на этот металл, фиксируемый в последние три года. При этом продуценты меди могут в любой момент увеличить производство молибденовых концентратов и удовлетворить практически любой спрос на них, что осложняет положение компаний, осваивающих собственно молибденовые месторождения. Данная ситуация негативно сказывается на возможности расширения добычи в России, сырьевая база которой представлена преимущественно собственно молибденовыми объектами. В связи с этим отложена реализация всех российских проектов освоения молибденовых месторождений — Бугдаинского, Агаскырского, Жарчихинского и Орекитканского, а также крупных Маунт-Хоп и Либерти в США и Юникорн в Австралии. Если бы их реализация продолжалась, возможности прироста добычи молибдена были бы еще больше.

Что касается вольфрама, избыток, как и недостаток предложения сырьевой продукции на этом рынке определяется его главным продуцентом — Китаем. На эксплуатируемых сегодня месторождениях добывается больше вольфрама, чем требуется промышленности (рис. 17.8). Именно поэтому так невелико количество проектов освоения вольфрамовых месторождений за пределами Китая, причем возможность реализации их постоянно находится под вопросом

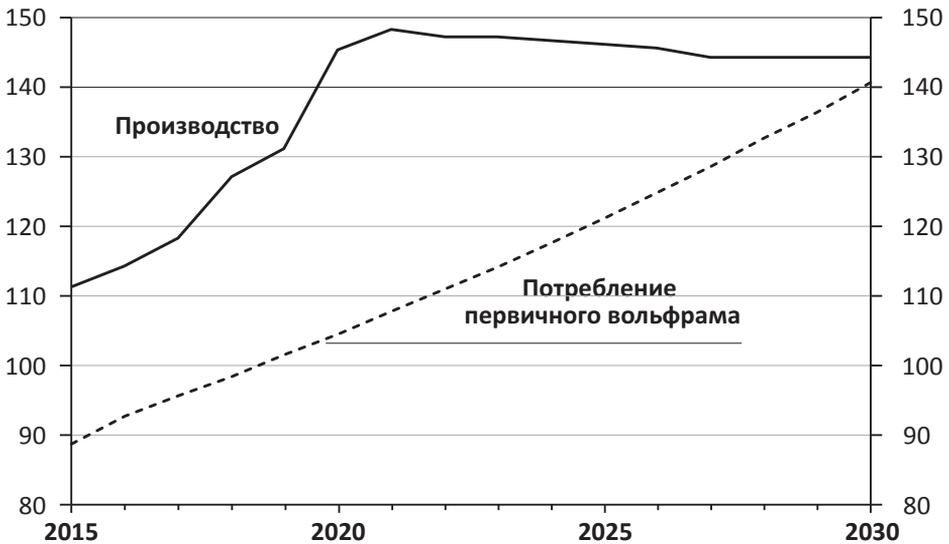


Рис. 17.8 Прогноз потребления первичного вольфрама и производства вольфрама в концентратах до 2030 г., тыс. т WO3

из-за давления низких цен. Особенно это важно для крупных месторождений, освоение которых требует значительных инвестиций, а срок окупаемости велик. По этой причине законсервированы крупные проекты Нортерн-Дансер и Мактанг в Канаде и Викторико в США, а также несколько более мелких.

В то же время, несмотря на прогнозируемый, иногда очень быстрый рост добычи ряда других металлов — цинка, свинца, олова, титана, бокситов, марганцевых руд, ситуация на рынках этих видов минерального сырья представляется не столь критичной, поскольку в настоящее время на них наблюдается или прогнозируется дефицит поставок. Особенно отчетливо это проявляется на рынке цинка. В последние годы цинкдобывающая промышленность мира из-за истощения ресурсов лишилась целого ряда источников этого металла, среди них — несколько крупных месторождений: в 2013 г. закрылся рудник на месторождении Персеверанс в Канаде, в 2016 г. — на месторождениях Сенчери в Австралии и Лишин в Ирландии, в 2017 г. — Скорпион в Намибии. Возобновление деятельности рудника Бонгара в Перу в 2018 г. не компенсировало в полной мере сокращение добычных мощностей, в результате добыча цинка заметно снизилась и на рынке возник его дефицит (рис. 17.9).

Замещение выбывающих мощностей будет происходить за счет освоения новых месторождений. Сегодня в мире известно не менее пяти десятков проектов, предполагающих добычу цинка, которые в совокупности смогут

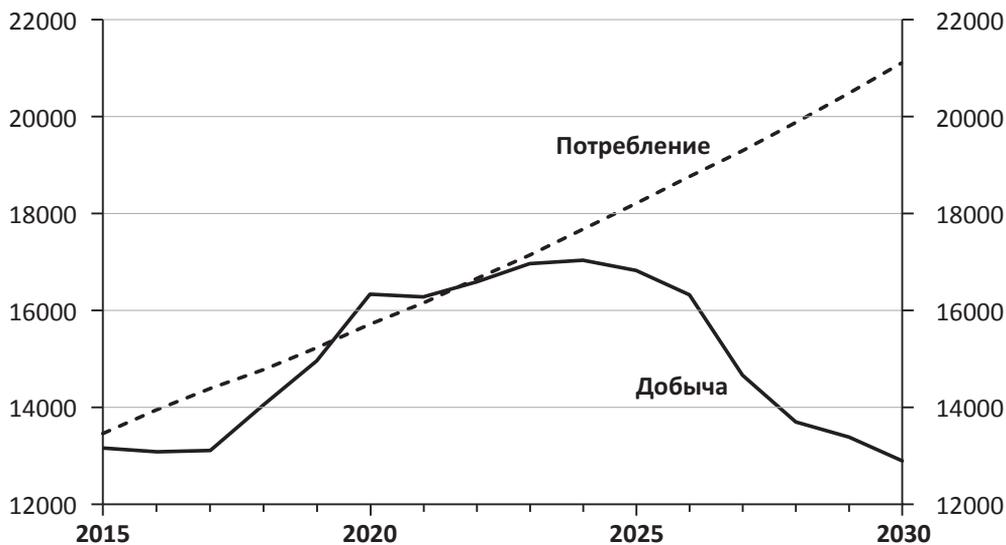


Рис. 17.9. Прогноз потребления и добычи цинка до 2030 гг., тыс. т

обеспечить дополнительно около 2,6 млн т цинка в год. Однако завершение самых продвинутых из них планировалось не ранее 2019 г., а в условиях низких цен на цинк сроки реализации ряда проектов были сдвинуты. В результате компенсация возникшего дефицита ожидается не ранее начала следующего десятилетия, что, очевидно, послужит стимулом дальнейшего роста цен на металл. Причем дополнительное поступление цинка с осваиваемых месторождений даже при самом благоприятном сценарии не сможет создать серьезного избытка на рынке, а лишь удовлетворит спрос на него.

Примерно такая же картина наблюдается на рынке свинца, основная часть которого добывается совместно с цинком. Но удовлетворение спроса на свинец в значительной степени происходит за счет вторичного металла, доля которого достигает 60%, поэтому драматические события в горнодобывающей отрасли не оказывают заметного влияния на конъюнктуру этого металла.

Вторичные источники имеют важное значение и для медной промышленности, хотя объем скрапа в обеспечении отрасли сырьем составляет лишь около 15%. При этом перспективы роста количества добываемого из недр металла благоприятны — число проектов освоения новых месторождений с ресурсами меди велико и многие из них — гигантские и крупные. Завершение их в срок могло бы уже с середины 2020-х гг. обеспечить увеличение добычи меди более чем на 40% относительно 2015 г.; в этом случае темпы ее роста могли составлять 4–5% в год. Однако сроки освоения многих место-

рождений затягиваются, причем часто не в связи с низкой рентабельностью, а из-за экологических или политических проблем. Тем не менее, в ближайшие годы можно ожидать ввода в строй некоторого числа осваиваемых месторождений и, следовательно, роста предложения металла.

Дефицит марганцевых руд, бокситов и титана, возникший в самое последнее время, невелик и уже в ближайшем будущем может смениться существенным избытком предложения сырья. Недостаток поступления марганцевых руд в 2016 г. обусловлен плановым снижением производительности рудников Маматван и Весселс в ЮАР, что усугубилось их приостановкой для расследования несчастных случаев. Но уже в 2017 г. предприятия возобновили работу в прежнем объеме (рис. 17.10). Кроме того, несмотря на падение цен на марганцевую продукцию, продолжавшееся почти непрерывно с 2011 г. по начало 2016 г., именно в этот период в эксплуатацию введено около десятка новых марганцевых месторождений в ЮАР, Габоне, Намибии, Кот-д'Ивуаре и др. Большинство их пока не выведено на полную мощность, но к 2019 г. они должны были поставлять дополнительно более 20% марганцевого сырья, что, судя по прогнозу роста потребления, будет существенно превышать спрос на него.

Главным потребителем алюминиевого и титанового сырья в мире является Китай, на долю которого приходится почти две трети мирового импорта бокситов и около 40% — титановых концентратов. Несмотря на замедление

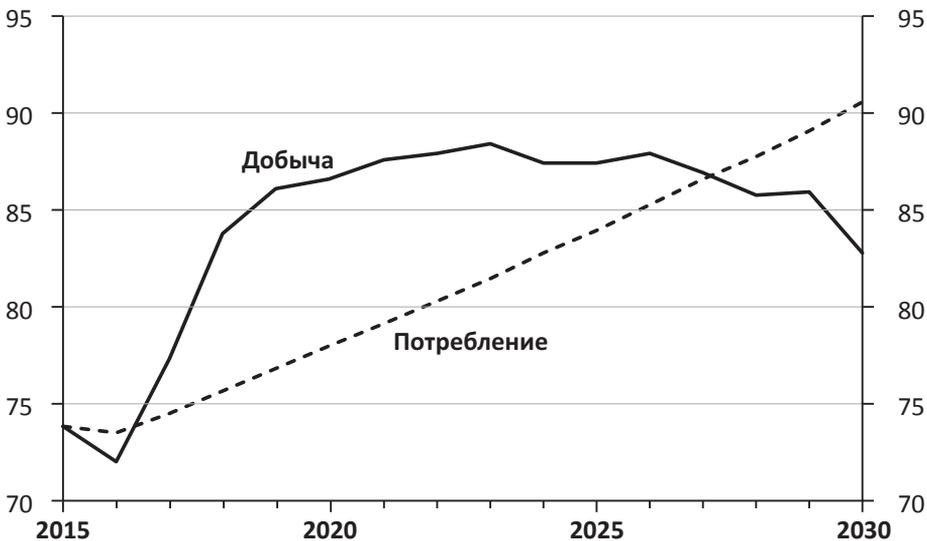


Рис. 17.10. Прогноз потребления и добычи марганцевых руд до 2030 гг., млн т

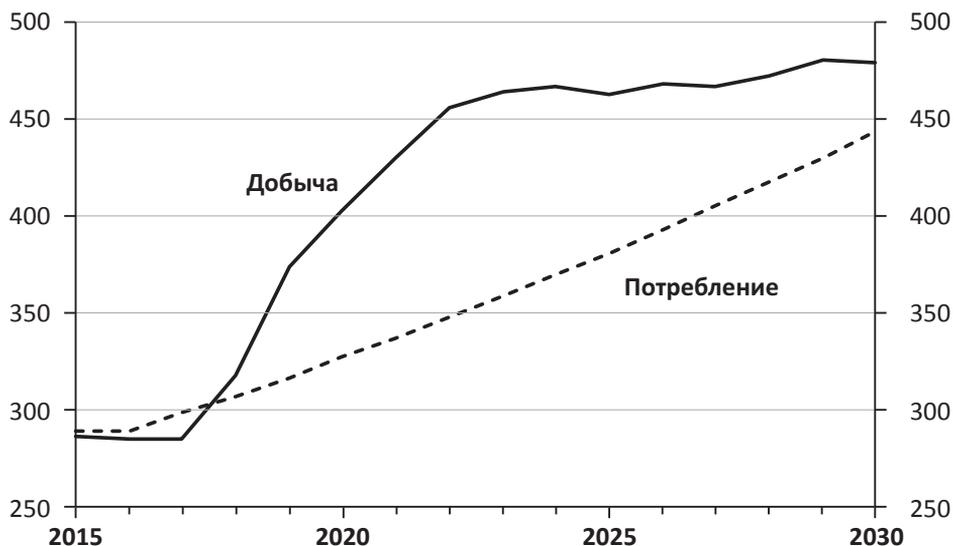


Рис. 17.11 Прогноз потребления и добычи бокситов до 2030 гг., млн т

экономического роста в этой стране, производство алюминия в Китае продолжает расти, а структура поставок сырья претерпевает в последние годы резкие изменения. Запрет на экспорт необработанной руды из Индонезии, а затем мораторий на экспорт бокситов из Малайзии вывели с рынка двух крупнейших поставщиков, а другие продуценты не смогли сразу компенсировать возникший дефицит (рис. 17.11). Это стимулировало ввод в эксплуатацию осваиваемых объектов, прежде всего в Гвинее, тем более, что некоторые из этих проектов реализовывались на средства китайских продуцентов алюминия. В результате рынок был сравнительно быстро сбалансирован. Но в мире продолжается освоение еще целого ряда месторождений, ввод их в эксплуатацию может в период до 2022 г. нарастить добычу бокситов более чем в полтора раза по сравнению с 2015 г. Успешность реализации этих планов будет в значительной степени зависеть от темпов роста спроса на алюминий, однако очевидно, что все проекты реализованы в запланированные сроки не будут.

Причиной возникновения дефицита титанового сырья в 2016–2017 гг. в значительной степени явилось сокращение производства железорудного сырья в Китае из-за низких цен на него, попутно с которым получают ильменитовый концентрат. Результатом этого стал рост производства на эксплуатируемых месторождениях во всем мире и возобновление деятельности приостановленных предприятий, что позволило довести объем предложения титанового сырья примерно до уровня спроса. Но в период до 2020 г. в строй

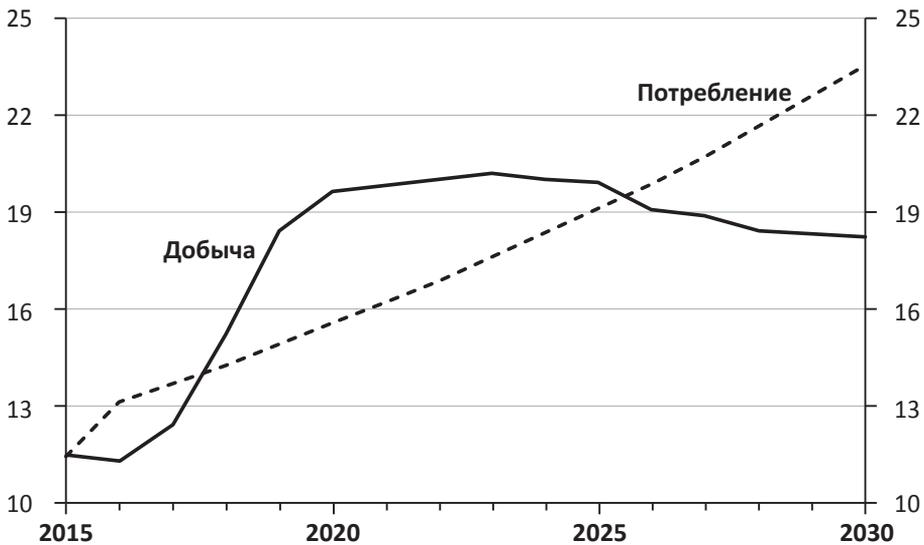


Рис. 17.12. Прогноз потребления и добычи титана до 2030 г., млн т

могут быть введены 35 новых добывающих предприятий, в том числе 12 крупных, что увеличит добычу титанового сырья относительно 2015 г. на 80% (рис. 17.12) и может вновь обрушить цены на него.

Таким образом, для большинства металлов прогнозируется рост добычи, часто очень значительный. В такой ситуации важно оценить, как это скажется на совокупных ресурсах этих видов сырья в мире, иначе говоря, насколько сократится сырьевая база каждого из них в случае реализации рассмотренного нами оптимистического сценария. Как показывает проведенный анализ, даже при существенном увеличении количества добываемого ежегодно сырья размер ресурсной базы большинства видов значительно не изменится. На рисунке 17.13 видно, что, если исходить из количества ресурсов в недрах в 2015 г., при условии своевременного ввода в строй всех известных проектов освоения новых месторождений, к 2030 г. сокращение ресурсов основного числа базовых металлов не превысит 15%. При этом следует учитывать, что в оценку состояния мировых ресурсов на 2015 г. вошли только те объекты, на которых к тому времени имелись хотя бы ресурсы категории *inferred*. Скопления полезных ископаемых, находящихся на ранних стадиях геологоразведочных работ, в анализ не вошли, хотя нет сомнений, что к настоящему времени на части таких проявлений уже оценены ресурсы, а на некоторых — подсчитаны промышленные запасы. Более того, очевидно, что за это время обнаружены новые рудопроявления, геологоразведочные работы на которых — впереди.

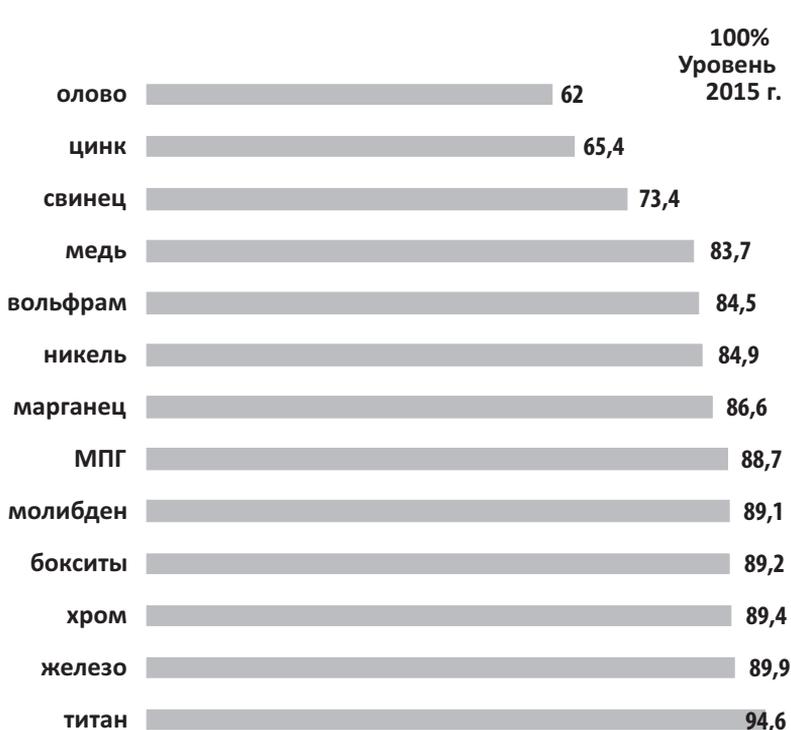


Рис. 17.13. Прогноз исчерпания ресурсов важнейших твердых полезных ископаемых в мире к 2030 гг., % к уровню 2015 г.

Это позволяет говорить о практической неисчерпаемости сырьевых баз тех видов минерального сырья, на которых базируется экономика человечества, особенно с учетом дальнейшего совершенствования технологий его добычи и переработки. По крайней мере, многие грядущие поколения едва ли столкнутся с тем, что ресурсы важнейших полезных ископаемых в недрах закончатся.

В то же время для некоторых полезных ископаемых прогнозируется более значимое сокращение сырьевой базы. Близкоодновременное истощение ряда крупных полиметаллических месторождений в мире, ресурсы которых пока не замещены новыми месторождениями, является причиной того, что, по нашему прогнозу, совокупные мировые ресурсы свинца в 2030 г. могут составить лишь около 75% их количества в 2015 г., цинка — только 63%. Как показано выше, из-за этого в ближайшие годы на рынке цинка может сохраняться дефицит, который может подтолкнуть рост цен на него. Это, в свою очередь, активизирует геологоразведочные работы, результатом которых станет наращивание ресурсов цинка и, вместе с ним, свинца. Таким образом,

велика вероятность, что сегодняшний прогноз в отношении близящегося исчерпания мировой сырьевой базы цинка и свинца, не оправдается. Однако, скорее всего, в освоение в будущем будут вовлекаться месторождения с не столь богатыми рудами, как сегодня, и залегающие на более значительной глубине. Этот тренд характерен для горнодобывающей отрасли уже в течение многих десятилетий, а разработка новых технологий добычи и переработки может сделать эксплуатацию таких объектов рентабельной.

Отдельно следует сказать о добычных возможностях сырьевой базы олова. Как видно на рис. 17.14, рынок в настоящее время испытывает серьезный дефицит, связанный, главным образом, с сокращением производства оловянных концентратов в Китае, который другие продуценты компенсировать пока не смогли. Поступление продукции с осваиваемых месторождений в количестве, достаточном для восполнения нехватки сырья (с учетом прогнозируемого роста потребления), ожидается только к 2020 г. и только в случае реализации всех имеющихся проектов. А их немного — за пределами Китая осваивается только 18 месторождений (в том числе три техногенных). В совокупности они могут обеспечить в 2020 г. прирост производства примерно на 9,5–10% по сравнению с 2015 г. (а если не учитывать техногенные объекты — всего на 6%). Это количество лишь компенсирует ожидаемую нехватку олова на рынке, а в случае затягивания сроков реализации хотя бы некоторых из них дефицит сохранится.

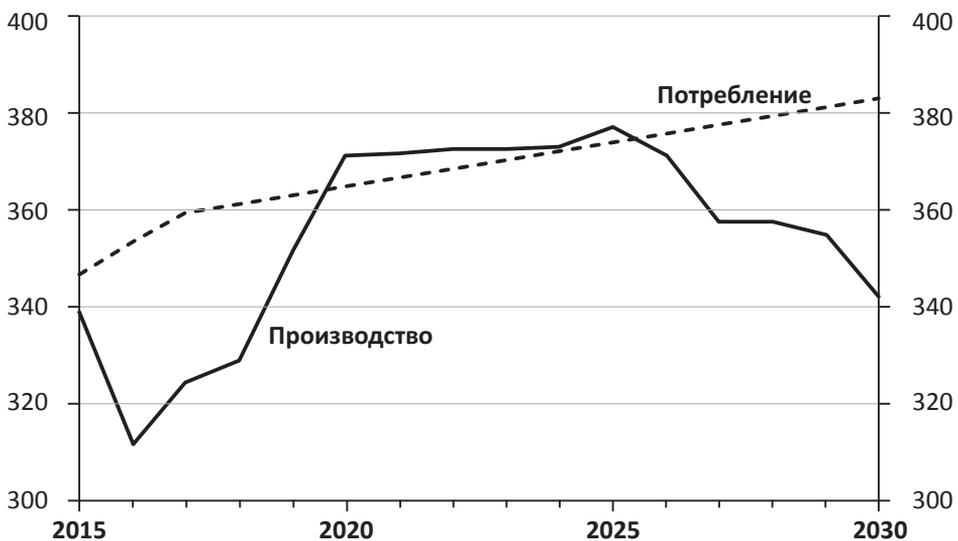


Рис. 17.14. Прогноз потребления металлического олова и производства олова в концентратах до 2030 гг., тыс. т



При этом, даже если в ближайшие годы удастся сбалансировать рынок, уже в 2025 г. предложение олова на рынке может вновь сократиться из-за выбывания одного из крупнейших рудников на месторождении Сан-Рафаэль в Перу, ресурсы которого будут к этому времени полностью истощены, а позже — некоторых новых предприятий. Иными словами, исходя из наших данных, потребители олова в обозримой перспективе будут испытывать трудности с поставками сырья. Это позволяет ожидать укрепления тенденции роста цен, фиксировавшейся в 2016–2017 гг., и создания благоприятных условий для продуцентов олова. С другой стороны, это же может послужить стимулом к расширению использования вторичного олова, на долю которого уже сейчас приходится более 30% производства металла.

Тем не менее, такая ситуация, видимо, будет способствовать активизации геологоразведочных работ и возникновению проектов освоения новых месторождений. Однако мировая сырьевая база олова не так уж велика — обеспеченность всеми имеющимися в мире ресурсами олова при уровне добычи 2015 г. не превышает 40 лет, а при ожидаемой активизации добычных работ она оказывается еще меньше. В случае своевременной реализации всех имеющихся оловянных проектов к 2030 г. в недрах останется лишь немногим более 60% ресурсов олова, зафиксированных в 2015 г., а темпы их убывания оказываются самыми высокими среди промышленных металлов (рис. 17.13) и превосходят темпы сокращения ресурсов золота и серебра (рис. 17.3). Сырьевая база двух главных продуцентов олова может быть исчерпана еще раньше, в Китае — через 30 лет, в Индонезии — уже через четверть века.

Сопоставимой с Китаем и Индонезией сырьевой базой олова располагает Россия — в ее недрах заключено около 17% мировых ресурсов металла. Однако в настоящее время она мало вовлечена в освоение. Это связано с тем, что при существующих ценах на олово разработка имеющихся в стране месторождений нерентабельна, либо из-за невысокого качества руд, либо из-за расположения объектов в слабо освоенных районах, а внутренний спрос на него невелик.

Если, как мы прогнозируем, конъюнктура рынка в ближайшие годы будет благоприятной для продуцентов, это могло бы создать условия для вовлечения в освоение уже разведанных российских оловянных месторождений, что способствовало бы развитию отдаленных территорий, созданию рабочих мест и т. д. Однако, в этом случае Россия может столкнуться с конкуренцией со стороны, во-первых, Китая, политика которого в отношении минерально-сырьевой базы и ее использования непредсказуема, во-вторых — других стран-продуцентов, прежде всего, государств Юго-Восточной Азии, по территории которых проходит гигантский Бирмано-Малайский оловянный пояс,

к которому приурочены высокопродуктивные россыпи Индонезии, а также россыпные и коренные скопления олова на территории Таиланда, Малайзии, Мьянмы и других стран региона. Ресурсы пояса до конца не оценены, хотя очевидно, что они огромны. В одной из этих стран, Мьянме, в последние годы началась активная реализация имеющегося ресурсного потенциала олова: если в 2009 г. на ее территории было добыто менее 1 тыс. т олова, в настоящее время Мьянма прочно заняла позицию третьего продуцента в мире, обеспечивая 12–13% мирового производства. При этом ресурсы, оцененные в ее недрах к настоящему времени, незначительны и могут быть исчерпаны в ближайшие годы. Представляется весьма вероятным, что в стране будут предприняты усилия для расширения сырьевой базы и добычи олова, чтобы воспользоваться благоприятной ситуацией и упрочить свое положение на рынке. Не исключены аналогичные действия и в других странах региона.

Значительными ресурсами олова располагают также Боливия, в пределах которой располагается значительная часть Андийского олово-вольфрам-серебряного пояса, Австралия и другие, в том числе европейские страны.

Тем не менее, у России может появиться шанс стать значимым игроком мировой оловодобывающей отрасли, тем более, что степень разведанности отечественной сырьевой базы олова очень высока. Однако, чтобы использовать эту возможность, необходима не только заинтересованность со стороны бизнес-сообщества, но и поддержка со стороны государства.

Таким образом, в недалеком будущем в мире можно ожидать роста добычи практически всех ведущих видов твердых полезных ископаемых, который будет достигнут благодаря освоению новых месторождений. Их сырьевые базы, за единичными исключениями, достаточно велики, чтобы обеспечить прогнозируемый и даже гораздо больший рост количества извлекаемого из недр сырья на длительную перспективу.

Есть лишь одно полезное ископаемое среди рассмотренных, которое не укладывается в общую картину — это хромиты. Анализ добычных возможностей мировой сырьевой базы хрома показывает, что, в отличие от других видов сырья, оснований ожидать заметного роста добычи хромитов в ближайшие годы нет (Рис. 17.15), поскольку в условиях низких цен в период 2012–2015 гг. заморожено большинство проектов освоения начальных стадий на перспективных на хромиты площадях в Албании, Бразилии, Кот-д’Ивуаре, Зимбабве, Новой Каледонии, Пакистане, Филиппинах. В настоящее время реализуются только два мелких в мировом масштабе проекта в России — на Южно-Сарановском и Западном месторождении. Все зарубежные проекты находятся на ранних стадиях развития, сроки их завершения не определены, что не позволяет учитывать их в анализе. Иначе говоря, продуценты хромитов

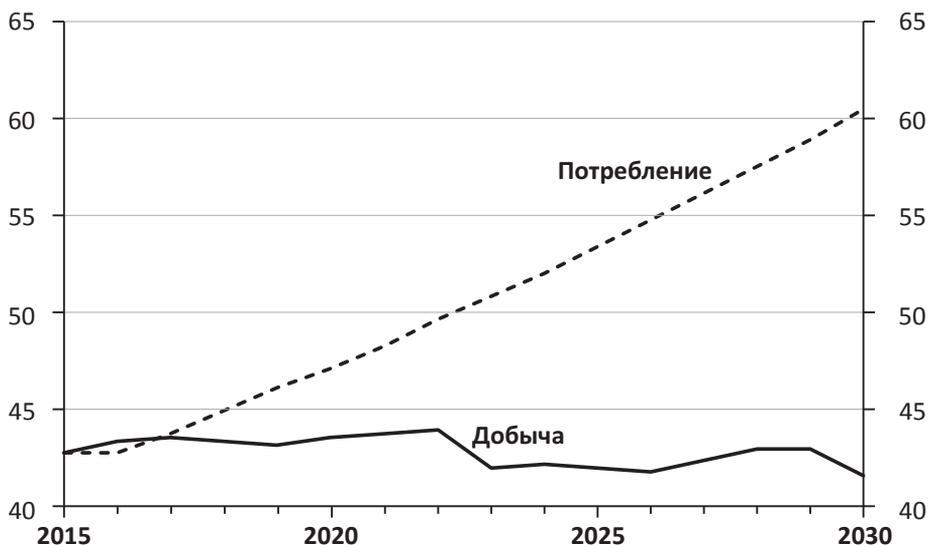


Рис. 17.15 Прогноз потребления и добычи хромовых руд до 2030 гг., % от уровня 2015 г.

активности в наращивании производства в последние годы не проявляли, поскольку в условиях низких цен не видели необходимости введения в эксплуатацию новых месторождений. Более того, многие, в том числе крупные продуценты хромитового сырья сократили его выпуск или приостановили работу своих рудников.

В то же время в самом ближайшем в мире прогнозируется быстрый рост потребления хромитового сырья — по самым скромным оценкам, он может составить 2,5% в год, хотя ряд экспертов прогнозирует значительно большие темпы. Это связано с высоким спросом на легирующие компоненты, в том числе хром, для производства нержавеющей стали. Уже сейчас хромитового сырья в мире добывается недостаточно, при этом возможности компенсировать его дефицит невелики. Безусловно, будет возобновлено производство на законсервированных рудниках, а продуценты ЮАР, располагающие практически неисчерпаемой сырьевой базой хрома, увеличат мощности своих добывающих предприятий. Тем не менее, это открывает определенные перспективы для активизации освоения российских объектов, прежде всего, Аганозерского месторождения в Республике Карелия.

Таким образом, проведенные исследования позволяют утверждать, что в обозримом будущем дефицит основных металлов человечеству не угрожает. Геологоразведочные работы, проведенные в предыдущие годы и ведущиеся в настоящее время, обеспечили практически неисчерпаемые ресурсы мно-

гих видов минерального сырья в недрах планеты, а горные компании, действующие в рыночных условиях, способны обеспечить фактически любые мыслимые потребности в нем мировой промышленности.

Единственным исключением представляется такой вид полезных ископаемых, добываемых из недр, как алмазы. Скопления их в земной коре сравнительно редки и, как было показано выше, мировые ресурсы алмазов если не близки к исчерпанию, то, во всяком случае, на сегодняшний день представляются конечными. Однако это едва ли создаст серьезные проблемы для экономики. Бриллианты, получаемые из алмазов ювелирного качества, не являются предметом первой необходимости, а представляют собой символ роскоши. Если из-за сокращения добычи цены на них вырастут, это только увеличит прибыль компаний, поставляющих сырье для ювелирной промышленности. А сырьевая база алмазов технического качества очень велика, особенно с учетом гигантских российских месторождений импактного генезиса. Кроме того, природные камни с успехом могут быть заменены синтетическими, производство которых растет быстрыми темпами и становится все дешевле.

А те виды сырья, без которых человечество пока не может обойтись, имеются в недрах Земли в достаточном количестве и исчерпаны будут не скоро.



ДОБЫЧНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ЕЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ

Подробные анализ и прогноз состояния и использования мировой минерально-сырьевой базы по основным видам твердых полезных ископаемых в прошлом, настоящем и будущем, представленные в данной работе, привели к очевидному выводу: если в XXI веке человечеству и грозит какая-то глобальная катастрофа, то связана она будет не с дефицитом минерального сырья в недрах Земли. Ситуация по разным полезным ископаемым, конечно же, разная, но в целом ни по одному из них не ожидается полного исчерпания запасов. На смену традиционным типам руд, которые характеризуются высокими содержаниями полезных компонентов и простотой переработки, приходят от-

носителем бедные упорные руды, ресурсы которых подчас кратны превышают накопленную добычу, а разработка новых технологий позволяет рентабельно обрабатывать такие месторождения, которые еще несколько десятилетий назад и месторождениями-то не считались. Не приходится сомневаться, что указанная тенденция имеет долгосрочный характер, так что мировой минерально-сырьевой комплекс (МСК) прекрасно вписывается в модель «устойчивого развития» (sustainable development) человечества, разработанную Международной комиссией ООН по окружающей среде и ее развитию в 1987 г. и подразумевающую такое развитие земной цивилизации, которое обеспечивает удовлетворение нужд каждого поколения, живущего на Земле, без причинения какого-либо вреда возможностям будущих поколений удовлетворять свои потребности.

Таким образом, в целом ситуацию в мировом минерально-сырьевом комплексе можно считать вполне благополучной; проблемы начинают вырисовываться при переходе на уровень регионов и отдельных видов полезных ископаемых. В этом плане нас, естественно, интересует Россия, тем более что относительное экономическое и социальное благополучие нашей страны в значительной степени зависят от добычи и экспорта минерального сырья. И такая ситуация сохранится в будущем, несмотря на все старания статистиков приуменьшить долю МСК в экспорте, ВВП и поступлениях в бюджетную систему страны. Несмотря на то, что в орбиту проведенных исследований включены лишь основные виды твердых полезных ископаемых, говоря о России, нельзя обойти молчанием углеводородное сырье, которое позволило нам выбраться из затяжного долгового и экономического кризиса в начале 2000-х годов и останется главным драйвером отечественной промышленности в обозримом будущем.

За многолетнюю историю существования геологической службы в России создана мощная минерально-сырьевая база (МСБ), включающая несколько десятков тысяч месторождений и рудопроявлений практически всех видов полезных ископаемых. При этом, как и в других странах, некоторые из них являются у нас дефицитными, а некоторые, наоборот, образуют гигантские по масштабу и качеству месторождения. Сегодня Россия является одним из мировых лидеров по запасам, добыче и экспорту природного газа, нефти, углей, железных руд, никеля, платиноидов, золота. В нашей стране находятся такие уникальные геологические объекты, как Норильский рудный узел, Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция, Курская магнитная аномалия, Кузнецкий угольный бассейн, позволяющие на протяжении вот уже многих десятков лет поддерживать значительные объемы добычи ключевых видов полезных ископаемых.

С другой стороны, лишь небольшая часть разведанных в России запасов разрабатывается, а другая, большая по объему часть заморожена на неопре-

деленное время. Доля неразрабатываемых запасов каждого вида полезных ископаемых разная, но в целом в структуре МСБ России она велика: около 17% запасов алмазов, 30% запасов золота, 40% металлов платиновой группы и никеля, более 60% меди, чуть менее 70% железных руд, более 85% хромовых руд, 90% и более углей, олова, вольфрама и титана, практически 100% редких металлов. Причины, по которым месторождения не разрабатываются, различны, начиная от низкого качества руд и заканчивая неблагоприятным географическим положением, но в любом случае эти запасы являются стратегическим резервом и раньше или позже будут включены в промышленный оборот.

Указанная специфика определяет и разные добычные возможности России по различным видам полезных ископаемых и разные подходы к развитию их сырьевых баз. В последние годы, в рамках подготовки предложений к Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года, предлагалось несколько вариантов группировки полезных ископаемых, из которых оптимальным с точки зрения перспектив наращивания запасов и добычи является следующий:

- **1 группа** — дефицитные полезные ископаемые, внутреннее потребление которых в значительной части обеспечивается импортом, а выявление новых месторождений значительно лучшего качества маловероятно (бокситы) или требует применения принципиально иных поисковых технологий (марганцевые руды, уран, хромовые руды, титан, цирконий и др.)
- **2 группа** — недефицитные полезные ископаемые, добыча которых полностью обеспечивает внутреннее потребление и значительные объемы экспорта, а выявленные в недрах запасы и ресурсы позволяют обеспечить любые разумные объемы производства на протяжении многих десятилетий (природный газ, уголь, железные руды, никель, платиноиды, кобальт, цементное сырье и др.)
- **3 группа** — недефицитные полезные ископаемые, добыча которых полностью обеспечивает внутреннее потребление и значительные объемы экспорта, но выявленные в недрах запасы и ресурсы не позволяют гарантировать достаточные объемы производства в долгосрочной перспективе (нефть, золото, серебро, алмазы, медь, свинец, цинк, молибден, вольфрам и др.)
- **4 группа** — полезные ископаемые, объемы добычи и внутреннего потребления которых очень невелики, что не позволяет объективно оценивать конкурентоспособность имеющихся месторождений (в основном это редкие металлы, используемые в военной промышленности; данные об их запасах и добыче часто составляют государственную тайну, что еще больше затрудняет анализ).

- **5 группа** — подземные воды, которые являются не дефицитным, но весьма востребованным полезным ископаемым с динамичными запасами и очень специфичны в отношении поисков, разведки и добычи.

Анализ добычных возможностей Российской Федерации приведен в данной работе на примере всего нескольких твердых полезных ископаемых, входящих в разные группы: урана, бокситов, входящих в первую группу, железных руд (вторая группа), золота и алмазов (третья группа). В условиях информационной открытости любой желающий может повторить подобный анализ на основе данных ежегодных Государственных докладов «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации» и Государственных балансов запасов полезных ископаемых, или выполнить новое исследование.

УРАН

Российские запасы урана превышают 700 тыс. т, что соответствует примерно 10% мировых. По их количеству Россия уступает только Австралии, Канаде и Казахстану, но по структуре и качеству российская МСБ отличается от мировой в худшую сторону. Лишь 10% отечественных запасов заключено в месторождениях песчаникового типа, представленных мелкими и средними объектами, уступающими зарубежным аналогам по масштабу (менее 10 тыс. т против 100 тыс. т и более в Казахстане) и содержанию урана в рудах (менее 0,06% против 0,1–0,25%). Самое крупное из них, Хиагдинское месторождение заключает всего 8,6 тыс. т урана со средним содержанием металла в рудах 0,053%.

Более половины российских запасов урана сосредоточено в месторождениях золото-уранового типа в метасоматитах (Эльконский рудный район в Якутии), которые разведывались еще в советское время, но добыча на них так и не началась. Среднее содержание металла в их рудах варьирует от 0,012% до 0,355%, тогда как их аналоги в Канаде содержат около 1% урана.

Чуть менее 20% российских запасов заключают урановые и молибден-урановые месторождения в вулканитах (Стрельцовское рудное поле в Забайкальском крае), на них добывается более 60% российского урана. Качество руд этих объектов выше, чем в их аналогах за рубежом. Эксплуатируются десять из пятнадцати месторождений Стрельцовского рудного поля.

В последние десять лет количество добытого урана в России стабильно находилось в интервале от 3 тыс. т до 3,5 тыс. т, при этом значимый прирост запасов был получен лишь в 2008 г., когда на государственный учет

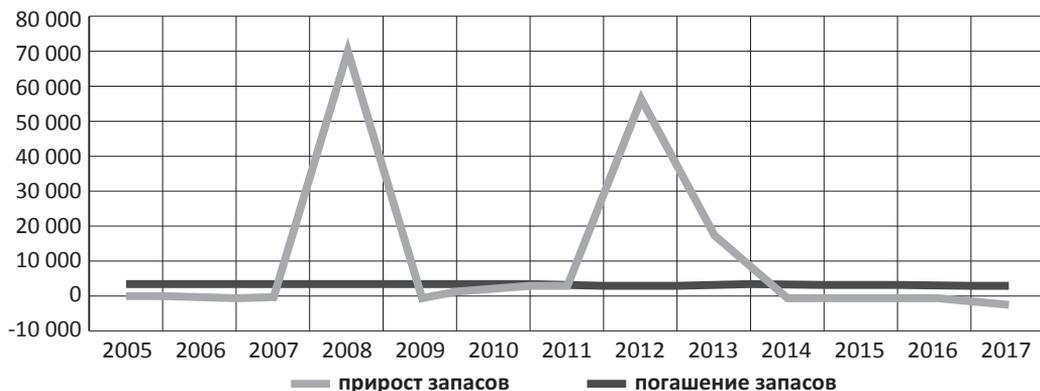


Рис. 18.1 Прирост и погашение запасов урана в 2005-2016 гг. и предварительные данные за 2017 г., тонн

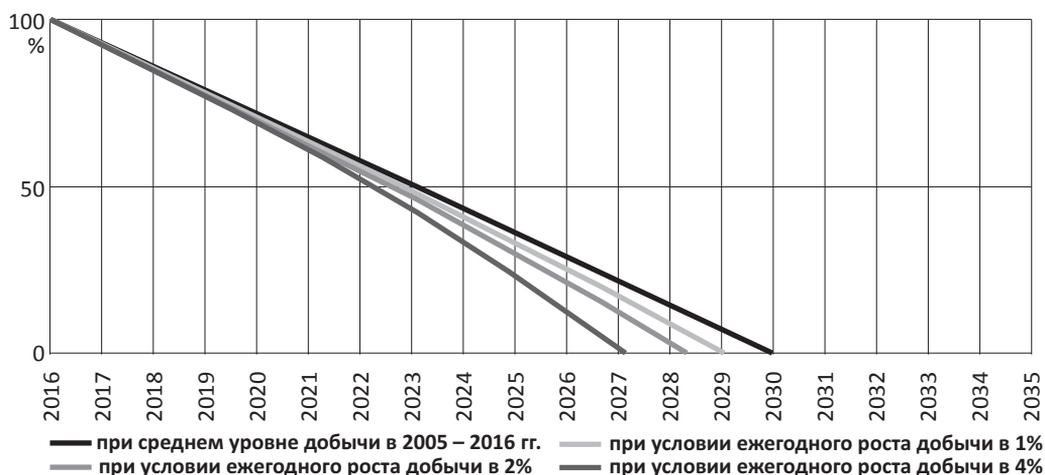


Рис. 18.2 Прогноз истощения запасов урана категорий А+В+С₁ на разрабатываемых месторождениях России

было поставлено Улуг-Танзекское редкометальное месторождение с попутным ураном, и в 2012–13 гг. по результатам доразведки Эльконского рудного района (рисунок 18.1). При этом потребность в уране (с учетом необходимости поставок топлива на зарубежные АЭС российского образца) составляет примерно 15–17 тыс. т ежегодно, а дефицит собственного производства восполняется поставками из государственных резервов и импортом, в том числе из Казахстана и Украины.

Обеспеченность добычи урана рентабельными для отработки запасами явно недостаточна (рисунок 18.2). В наилучшем положении находятся под-

земные рудники Стрельцовского рудного поля в Забайкальском крае, они обеспечены запасами на 20–25 лет. Гораздо хуже обстоят дела на предприятиях Курганской области и Республики Бурятия, запасы будут исчерпаны менее чем через 10 лет.

Таким образом, уран в России является дефицитным полезным ископаемым, а российская атомная промышленность на 80% зависит от импортного и складированного сырья, и такая ситуация сохранится в обозримом будущем. Перспективы выявления новых и освоения имеющихся месторождений в настоящее время неясны. Освоение месторождений Эльконского рудного района станет возможным только в случае значительного роста стоимости урана на мировом рынке, поскольку их отработка потребует больших финансовых вложений, при этом их руды — невысокого качества, а месторождения находятся в неблагоприятных инфраструктурных условиях. Остаются туманными и перспективы освоения Улуг-Танзекского месторождения с попутным ураном. Очевидно, что обнаружение новых крупных объектов с богатыми урановыми рудами на территории России традиционными методами прогнозирования и поисков маловероятно, поскольку залегать они будут на значительной глубине. Поэтому необходимо разрабатывать новые технологии прогнозирования и поисков, ориентированные, прежде всего, на нетрадиционные для России геолого-промышленные типы месторождений.

Бокситы

В России разведано 57 месторождений бокситов разнообразных типов и качества, однако наиболее качественные руды месторождений Северо-Уральского бокситоносного района, сравнимые с бокситами австралийских месторождений, доступны лишь для подземной отработки, Добыча здесь ведется на глубине до 1000 м в очень сложных горно-геологических условиях. За рубежом (Гвинея, Австралия и др.) отрабатываются только приповерхностные объекты, что несопоставимо дешевле.

В Среднетиманском бокситоносном районе разведаны крупное Вежаю-Ворыквинское (101,5 млн т) и средние по масштабу Верхне-Щугорское и Восточное месторождения, вмещающие бокситы среднего качества, тем не менее первое разрабатывается, Верхне-Щугорское готовится к эксплуатации.

Одно из крупнейших в России Висловское месторождение (153,4 млн т) высококачественных бокситов в Белгородской области залегает на больших глубинах, разработка его в текущих условиях нерентабельна.

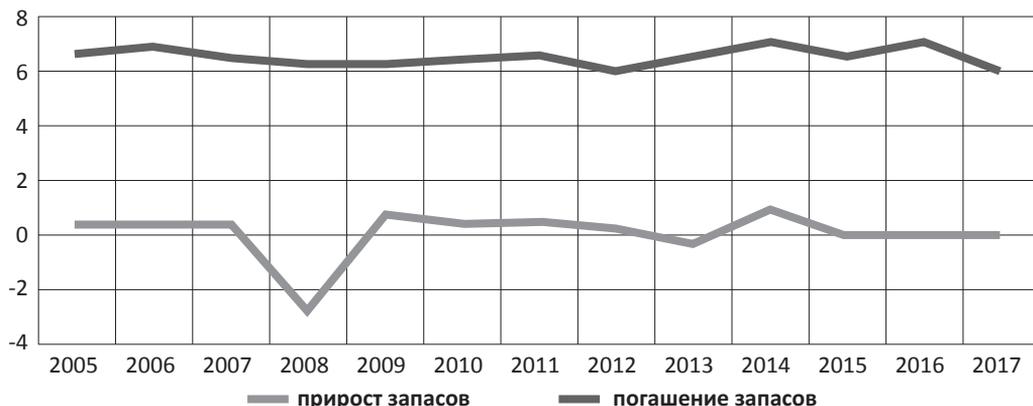


Рис. 18.3 Прирост и погашение запасов бокситов в 2005-2016 гг. и предварительные данные за 2017 г., млн тонн

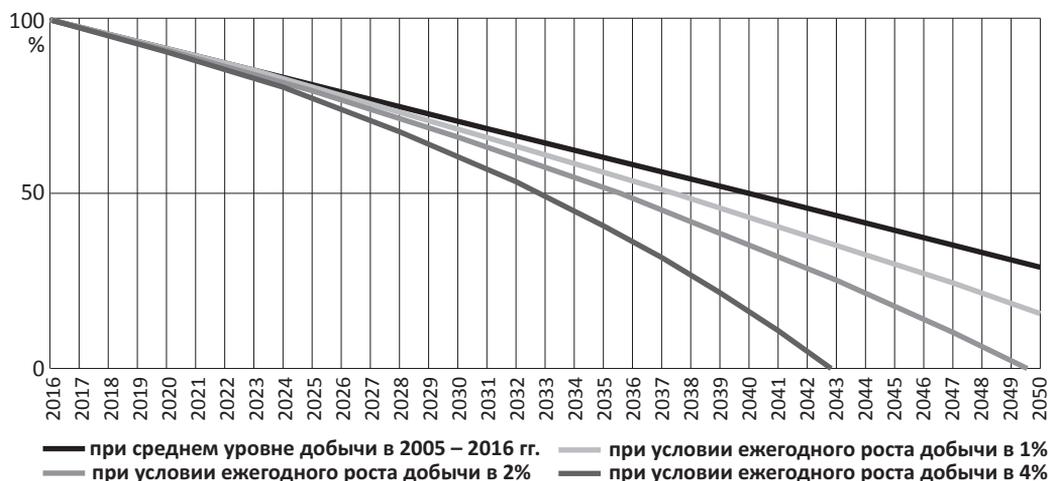


Рис. 18.4 Прогноз исчерпания запасов категорий ABC1 бокситов на разрабатываемых месторождениях России

Бокситы самого крупного в России Иксинского месторождения (253,9 млн т) в Архангельской области имеют низкое качество и для получения глинозема практически не используются.

Приросты запасов бокситов незначительны и получены на разрабатываемых месторождениях.

В течение последнего десятилетия объемы добычи бокситов незначительно менялись от года к году, и составляли 6–7 млн т (рисунок 18.3).

Достигнутые на сегодня уровни добычи бокситов в России обеспечены запасами категорий A+B+C₁ эксплуатируемых месторождений не менее, чем

на 50 лет (рисунок 18.4). С учетом запасов категории C_2 срок полного их исчерпания увеличится до 100 лет. То есть, районы действующих предприятий обеспечены запасами в достаточной степени, однако себестоимость добычи здесь очень велика, что не позволяет расширять производство.

В России нет предпосылок обнаружения приповерхностных месторождений высококачественных бокситов, подобных австралийским или гвинейским, поэтому дефицит этого вида минерального сырья сохранится и в будущем. Степень сегодняшнего освоения МСБ бокситов России позволяет удовлетворить потребности отечественной алюминиевой промышленности в глиноземе не более, чем на 26%. Еще 13% обеспечивает небокситовое сырье, остальной глинозем импортируется, в основном из Украины, Казахстана, Австралии, Ирландии, Ямайки, Бразилии и других стран. Только Богословский и Уральский глиноземные заводы надежно обеспечены сырьем Северо-Уральского и Средне-Тиманского районов, которого хватит более чем на полвека.

ЖЕЛЕЗНЫЕ РУДЫ

По качеству, главным образом по содержанию железа, российские железные руды проигрывают зарубежным, однако по количеству запасов российская МСБ не уступает ведущим сырьевым странам мира (Австралия, Бразилия, Индия). Запасы железных руд разведаны в 229 месторождениях и рассредоточены по территории России; в некоторых центрах черной металлургии они в значительной степени исчерпаны.

В пределах Курской магнитной аномалии (КМА) сконцентрировано около двух третей запасов железных руд страны (68,4 млрд т), а совокупные запасы пяти обрабатываемых месторождений железистых кварцитов (Михайловского, Стойленского, Лебединского, Стойло-Лебединского, Коробковского) достигают 35 млрд т. Среднее содержание железа в рудах этих месторождений составляет 34–40%, в аналогичных объектах Австралии и Бразилии — 55–60%. Запасы богатых гематит-сидерит-мартитовых руд, не уступающих по качеству мировым аналогам, в пределах КМА составляют 29 млрд т, но залегают они в сложных горно-геологических условиях.

В Карелии, на Кольском полуострове, в Южной Якутии также известны месторождения железистых кварцитов, многие из них — крупные (Костомукшское, Оленегорское и Корпангское на северо-западе России, Тарыннахское и Горкитское в Якутии), но они не сравнимы по масштабу с объектами КМА. На Урале разведаны крупные Гусевогорское и Собственно-Качканарское месторождения легкообогатимых титаномagnetитовых руд (суммарно 10,4 млрд

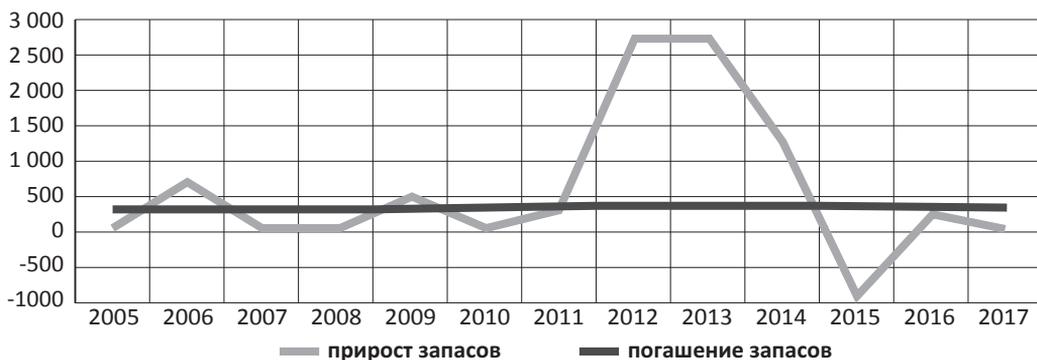


Рис. 18.5 Прирост и погашение запасов железных руд в 2005-2016 гг., и предварительные данные за 2017 г., млн тонн

т). Месторождения этого типа отрабатываются и осваиваются в Австралии (Балла-Балла, Баррамби), Китае (Паньчжихуа) и других странах, но там руды содержат 30–45% железа, а в российских объектах — около 16%. В Сибири сырьевая база железных руд представлена в основном месторождениями скарных магнетитовых руд с содержанием 31–45% железа и высокими концентрациями попутных компонентов — меди, цинка, золота (Рудногорское, Коршуновское, Нерюндинское, Октябрьское и др.).

Добыча сырых железных руд в России в последнее десятилетие стабильно растет: с 283 млн т в 2005 г. до 334 млн т в 2016 г. Производство товарной продукции (концентрат, аглоруда, окатыши) в 2016 г. составило 125,2 млн т. Больше половины сырья добыто на пяти главных месторождениях железистых кварцитов КМА. В Карело-Кольском регионе добыто 19%, на месторождениях Урала — 20% сырья.

В целом за десятилетие прирост запасов железных руд за счет ГРР был приблизительно равен их погашению за счет добычи (рисунок 18.5). Наиболее значимые приросты были получены в период 2012–2014 гг. на Суроямском, Коробковском, Ковдорском (2282 млн т) и Стойленском (1257 млн т) месторождениях. Значительное снижение разведанных запасов железных руд (–924 млн т) в 2015 г. связано с их переоценкой на месторождениях Горкитское, Гусевогорское, Тарыннахское.

Имеющихся запасов разрабатываемых месторождений России хватит более, чем на 100 лет (рисунок 18.6). Добыча на уровне 2016 г. с избытком обеспечена запасами железных руд во всех регионах страны, кроме Карело-Кольского, где разведанные запасы могут быть полностью отработаны менее чем за 26 лет, а падение добычи здесь ожидается через 10–15 лет в связи с усложнением структуры запасов. Но при этом из-за отсутствия инфраструктуры и удален-

Добычные возможности недр

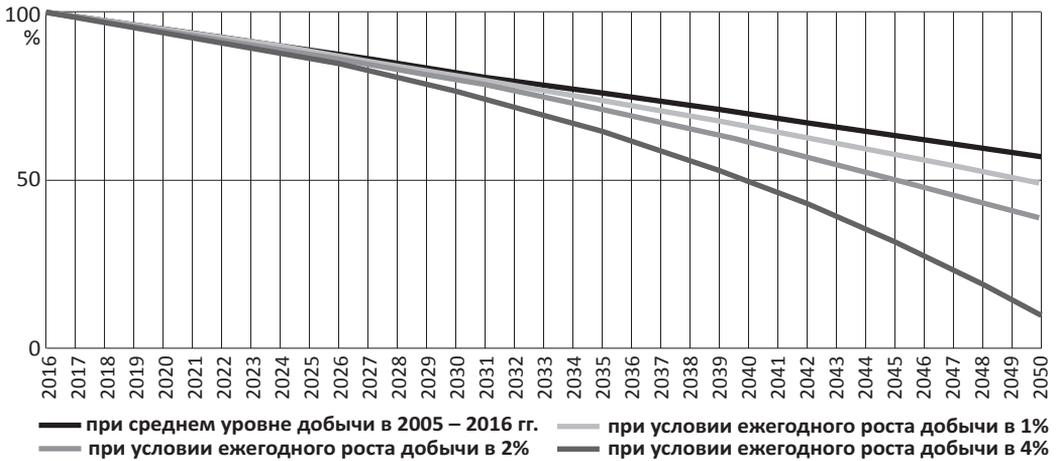


Рис. 18.6 Прогноз исчерпания запасов категорий A+B+C₁ железных руд на разрабатываемых месторождениях

ности от конечных потребителей (металлургических комбинатов) практически неосвоенными остаются запасы месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока. Решение последней проблемы возможно за счет строительства крупного металлургического кластера на востоке России, но при этом дальневосточные месторождения будут прямо конкурировать с объектами в Австралии и Бразилии, на которых в среднесрочной перспективе можно в полтора раза нарастить производство дешевой железорудной продукции самого высокого качества.

Таким образом, железные руды в России не являются дефицитным сырьем, значительные внутренние и экспортные потребности удовлетворяются собственной добычей, и такая ситуация сохранится на протяжении многих десятилетий. Помимо этого, в стране имеется большой потенциал для развития МСБ железных руд в районах разведанных месторождений.

Золото

В России разведано почти 6000 золоторудных, золотосодержащих и россыпных месторождений с суммарными запасами золота 14,6 тыс. т, что обеспечивает ей первое-второе место в мире. В отличие от мировой сырьевой базы в России практически отсутствуют месторождения «карлинского» типа, пока незначительны запасы в медно-порфировых рудах. Зато почти половину составляют запасы золото-сульфидно-кварцевых и золото-сульфидных месторождений в черносланцевых терригенных толщах. Кроме того, существенная

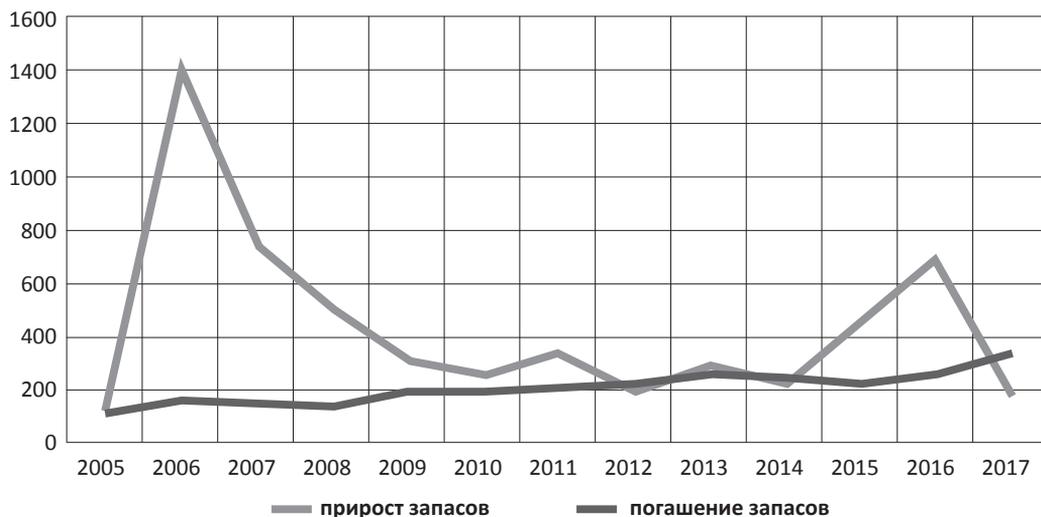


Рис. 18.7 Прирост и погашение запасов золота коренных месторождений в 2005-2016 гг., и предварительные данные за 2017 г., тонн

часть российских запасов заключена в эпитермальных золото-серебряных месторождениях вулканических поясов и многочисленных россыпях.

Почти 80% запасов и прогнозных ресурсов золота категории P_1 сосредоточены на востоке страны — в Республике Саха (Якутия), Красноярском и Забайкальском краях, Иркутской и Магаданской областях, Чукотском АО; они заключены, в том числе, в гигантских золото-сульфидно-кварцевых (Благodatное, Сухой Лог, Наталкинское) и золото-сульфидных (Олимпиадинское, Нежданнинское) месторождениях в черносланцевых терригенных толщах. В последние четверть века, благодаря переоценке старых и постановке на баланс новых объектов доля российских запасов золота в черносланцевых толщах выросла с 20% до 45%. В отечественной сырьевой базе по-прежнему значимую роль играют россыпные месторождения (12% запасов), их больше пяти тысяч, практически все они расположены в Якутском, Центрально-Колымском, Чукотском, Ленском, Приамурском и Забайкальском россыпных районах, где традиционно играют важную социальную роль в сфере занятости населения.

В 2016 г. в России добыто 324,8 т золота, на 13,3% больше чем в 2015 г. В последнее десятилетие объемы добычи золота существенно выросли (со 186 т до 325 т), прежде всего, в связи с освоением крупнообъемных золото-сульфидно-кварцевых месторождений в черносланцевых толщах, обеспечивающих сегодня более 30% добычи. Еще около четверти приходится на россыпи, 15% — на золото-серебряные месторождения. За 10 лет запасы категорий $A+B+C_1$ увеличились на 2758 т (рисунок 18.7), категории C_2 — на 2700 т, то есть прирост

Добычные возможности недр

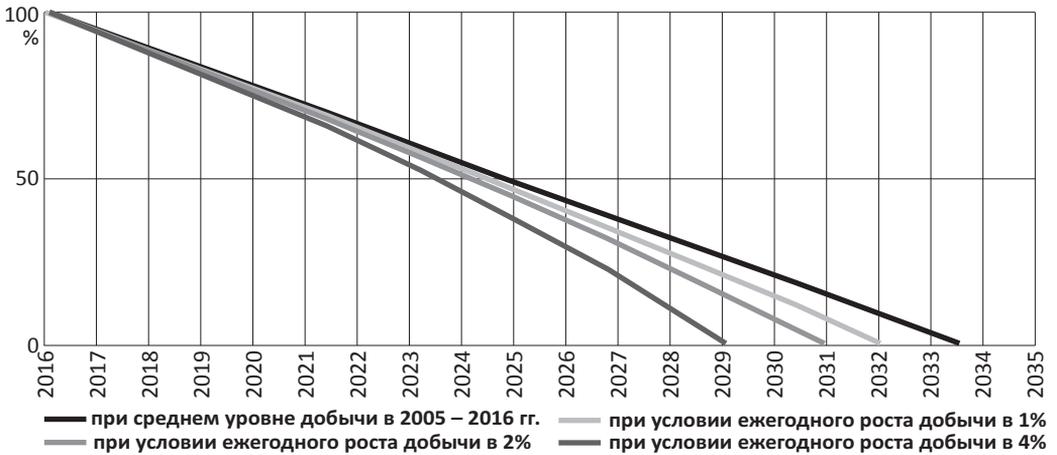


Рис. 18.8 Прогноз исчерпания запасов категорий A+B+C₁ золота на разрабатываемых коренных месторождениях

запасов золота за период с 2005 г. по 2016 г. значительно превысил их погашение в результате добычи. Наибольший прирост получен в 2006–2008 гг. за счет переоценки запасов Наталкинского и Благодатного месторождений.

Достигнутые уровни добычи золота в России в целом обеспечены запасами эксплуатируемых месторождений почти на 50 лет. Однако ситуацию в отрасли нельзя считать благоприятной, так как в среднем на действующих рудниках, эксплуатирующих коренные объекты, запасов категорий A+B+C₁ хватит лишь на 11 лет (рисунок 18.8), категорий A+B+C₁+C₂ — на 17 лет.

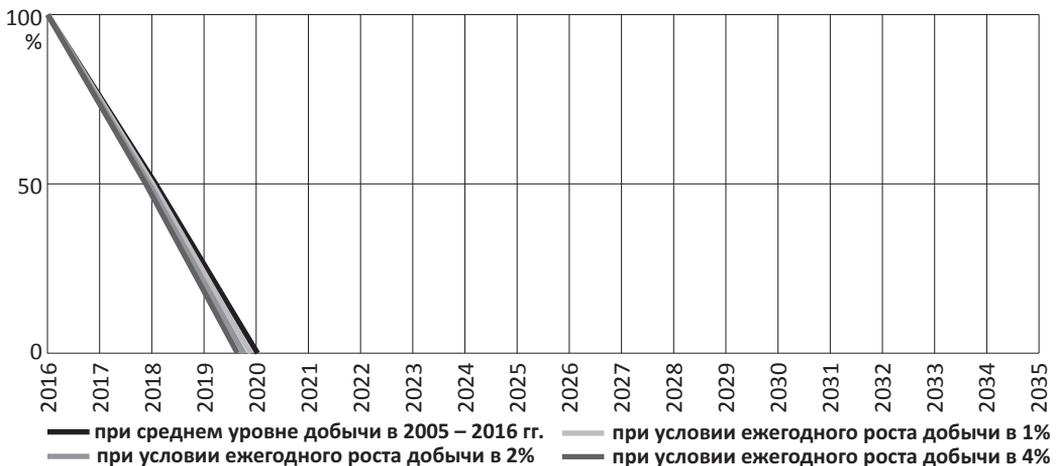


Рис. 18.9 Прогноз исчерпания запасов категорий A+B+C₁ золота на разрабатываемых россыпных месторождениях

В наименьшей степени обеспечены запасами прииски, ведущие добычу россыпного золота (8 лет, рисунок 18.9), что в перспективе может привести к росту социальной напряженности в удаленных районах страны.

Воспроизводство российской МСБ имеет огромный потенциал, прогнозные ресурсы золота категорий P_1+P_2 превышают 15 тыс. т. Наиболее перспективными на сегодня являются поиски и разведка месторождений коренного золота в черносланцевых толщах, прежде всего в Яно-Колымской золотоносной провинции, а также на юге и западе Восточной Сибири (Енисейский кряж и Забайкалье), где уже разведано 45% запасов и добывается 30% золота России. Устойчивый рост добычи золота в России в предстоящие десятилетия будет обеспечен вводом в эксплуатацию и выходом на проектную мощность рудников на месторождениях Сухой Лог, Наталкинское, Нежданинское, Майское и других крупных черносланцевых объектах.

Алмазы

В России выявлено и разведано 79 месторождений алмазов с суммарными запасами почти 1,2 млн каратов (без учета гигантских запасов алмазов импактного генезиса), в том числе 94% разведанных запасов приходится на 24 кимберлитовых трубки, 6% запасов заключено в россыпях; более трёх четвертей российских запасов алмазов сосредоточено в Республике Саха (Якутия), в том числе 42% — в трех гигантских кимберлитовых трубках Удачная, Юбилейная и Мир. По стоимостной характеристике якутские алмазы находятся на среднемировом уровне. Большая часть запасов, доступная для открытого способа добычи, выработана.

В Архангельской области разведаны семь кимберлитовых трубок, заключающих 23% российских запасов алмазов, их освоение задержалось на 25 лет из-за сложных горнотехнических условий. В Пермском крае разведаны небольшие россыпи с низкими содержаниями алмазов в песках. Однако камни здесь крупные и очень высокого качества, их стоимость варьирует в интервале 250–350 дол./кар.

В последнее десятилетие в России ежегодно добывалось в среднем 35–40 млн карат алмазов. Около половины погашенных за десять лет запасов алмазов было компенсировано их приростом. Значительный прирост запасов был получен в 2005 г. на Трубке им. В. Гриба, в 2007 г. — на Трубке Ботуобинская и Верхне-Мунском месторождении и в 2009 г. — на Трубке Интернациональная, а также за счет разведки Нюрбинской россыпи в 2011 г. и в 2015 г. — при переоценке ее запасов (рисунок 18.10).

Добычные возможности недр

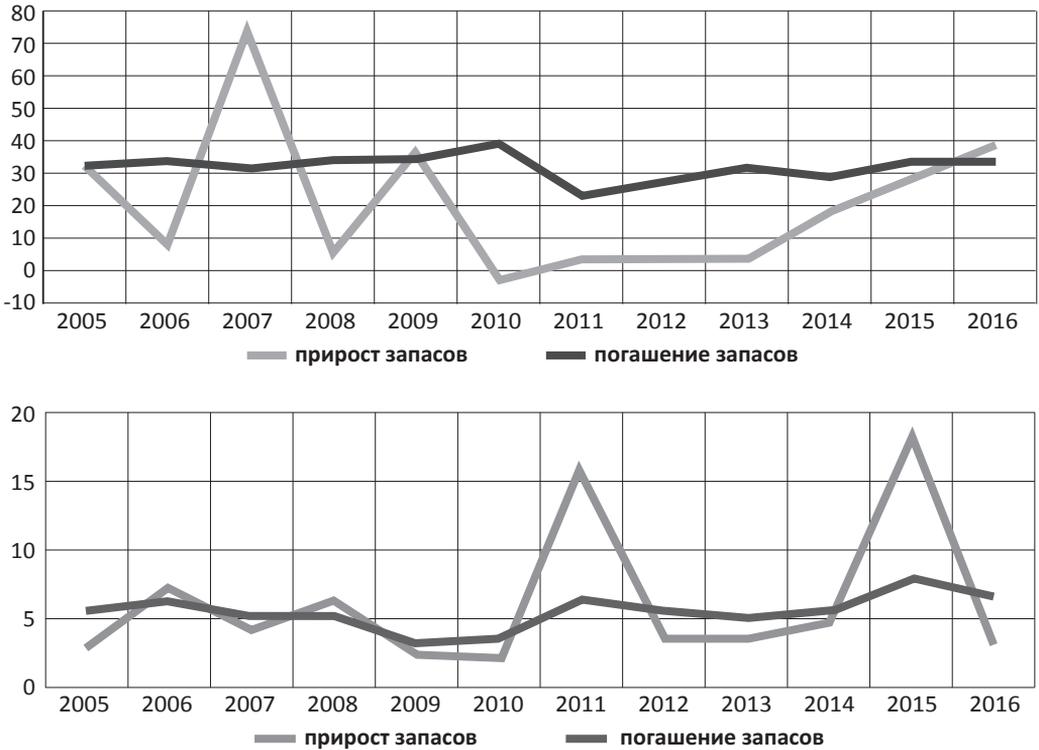


Рис. 18.10 Прирост и погашение запасов алмазов на коренных (вверху) и россыпных (внизу) месторождениях в 2005-2016 гг., млн карат

Современные уровни добычи алмазов в целом по России обеспечены разведанными запасами коренных месторождений на 31 год, россыпных — на 11 лет. В главных добывающих регионах России — Республике Саха (Якутия) и Архангельской области — обеспеченность разрабатываемых месторождений составляет 19 лет и 45 лет, соответственно. При отсутствии новых значительных открытий в России ожидается постепенное сокращение общего количества запасов (рисунок 18.11).

Развитие российской МСБ алмазов возможно, но требует новых методов прогнозирования алмазоносных районов и кимберлитовых полей с использованием дистанционных методов съёмки, современного оборудования, методик поисков, адаптированных под суровые климатические условия России. Реализация этих мероприятий потребуют значительного времени, поэтому в ближайшем будущем маловероятно выявление новых крупных месторождений; наиболее реально получать прирост запасов в результате проведения ГРП на уже известных перспективных площадях.

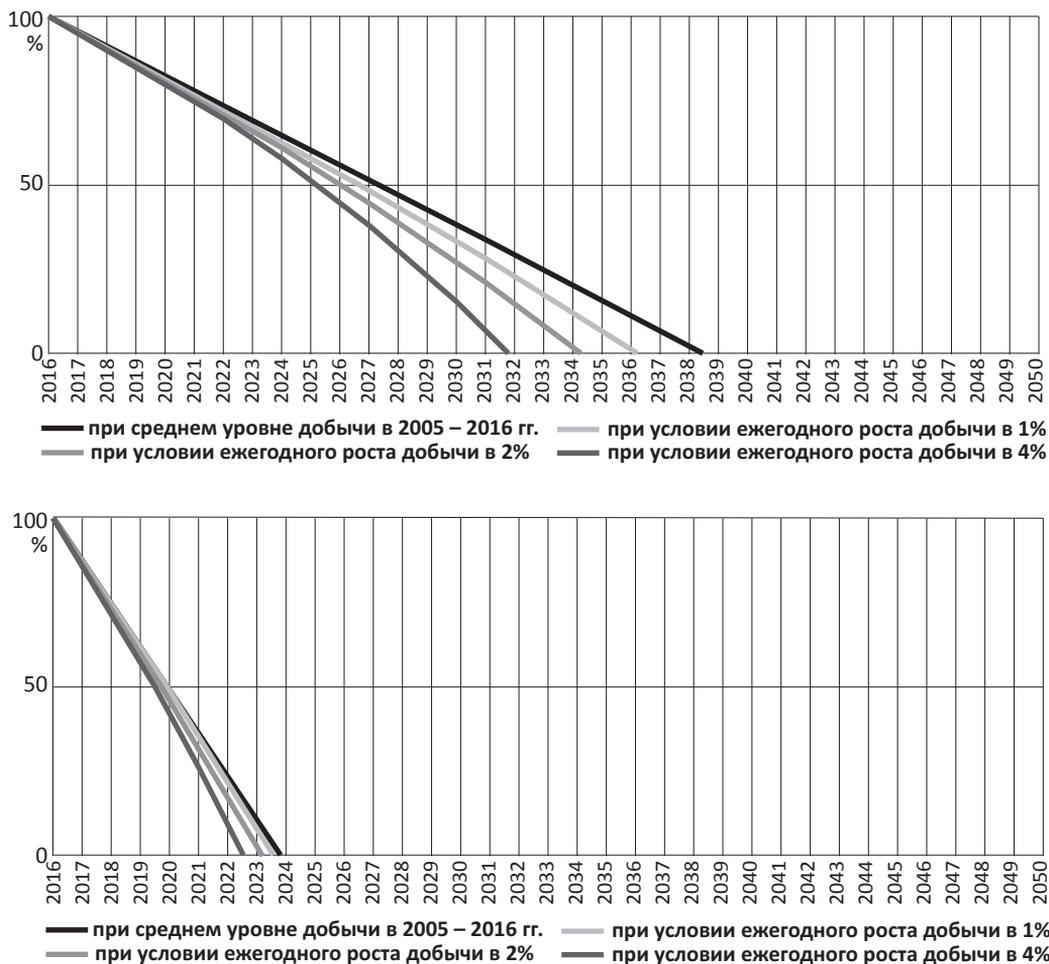


Рис. 18.11 Прогноз истощения запасов категорий А+В+С₁ алмазов на разрабатываемых коренных (вверху) и россыпных (внизу) месторождениях

Говоря об обеспеченности России полезными ископаемыми, нельзя не упомянуть углеводородное сырье, которое по-прежнему служит основой российской экономики и приносит значительную часть доходов в бюджет. Добычные возможности российской сырьевой базы углеводородного сырья проанализированы аналогичным образом. Оба вида сырья отнесены к недефицитным, но природный газ оказался во второй группе, добычные возможности его сырьевой базы велики и позволяют обеспечить любые разумные объемы производства на протяжении многих десятилетий, в то время как нефть отнесена к третьей группе полезных ископаемых, выявленные в недрах запасы и ресурсы которых не позволяют гарантировать достаточные объемы производства в долгосрочной перспективе.

Нефть

В недрах России учтено более трех тысяч нефтесодержащих месторождений, в которых сосредоточено 29,7 млрд т суммарных извлекаемых запасов категорий $A+B_1+B_2+C_1+C_2$. По количеству запасов Россия находится на седьмом месте в мире после Венесуэлы, Канады и пяти стран Ближнего Востока (Саудовской Аравии, Ирана, Ирака, Кувейта и ОАЭ). В структуре запасов российской нефти категорий $A+B_1+C_1$ почти половину составляют легкие и особо легкие сорта, около 60% — мало- и среднесернистые.

Немногим менее 70% запасов, половина прогнозных и 40% перспективных ресурсов российской нефти сосредоточено в уникальных и крупных месторождениях Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Нефть этих месторождений в основном легкая и средняя по плотности, мало- и среднесернистая, приурочена к разным по возрасту продуктивным нефтегазоносным комплексам. По запасам и качеству нефти Западно-Сибирская провинция уступает только району Персидского залива, где выявлены самые значительные скопления нефти на Земле.

Еще более 20% российских запасов нефти локализовано в европейской части России, в пределах Волго-Уральской и Тимано-Печорской провинций. Нефть этих регионов в основном тяжелая, средне- и высокосернистая, часто высоковязкая, уступающая по качеству западносибирской.

Доля трудноизвлекаемой нефти в структуре сырьевой базы России постепенно растет, на сегодняшний день она составляет примерно две трети запасов. До половины ее сосредоточено в низкопроницаемых коллекторах тюменской и баженовской свит Западной Сибири и доманиковых отложений Урало-Поволжья и Тимано-Печорской провинции. Около 13% запасов представлены высоковязкой нефтью, еще около 3% — битумами, в подгазовых залежах и нефтяных оторочках содержится еще 3–4% запасов. Частично эти виды трудноизвлекаемой нефти пересекаются, так, высоковязкая нефть может содержаться в низкопроницаемых коллекторах.

В последнее десятилетие в России отмечается рост добычи нефти. В Западно-Сибирской провинции добывается ежегодно две трети российской нефти, в том числе около половины приходится на Ханты-Мансийский АО. В основном добывается высококачественная нефть, хотя с каждым годом растет доля тяжелой нефти. Так, в 2016 г. на долю тяжелой нефти пришлось 18,8% суммарного показателя.

В 2016 г. впервые за десять лет убыль запасов за счет добычи нефти не была компенсирована их приростом (рисунок 18.12). В результате открытия

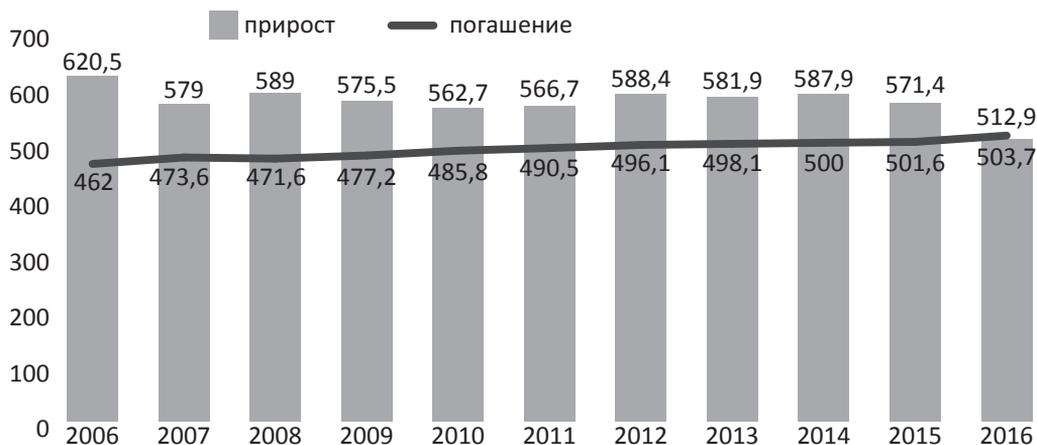


Рис. 18.12 Прирост и погашение запасов нефти категорий А+В+С₁ (А+В₁+С₁ после 2016 г.) в 2006–2016 гг., млн тонн

новых месторождений и геологоразведочных работ на известных объектах извлекаемые запасы нефти категорий А+В₁+С₁ увеличились лишь на 503,7 млн т. Более половины прироста обеспечила Западная Сибирь.

Обеспеченность текущих уровней добычи нефти балансовыми запасами, при условии ввода в эксплуатацию разведываемых и подготавливаемых к освоению месторождений, достаточно велика и составляет около полувека. Обеспеченность добычи запасами разрабатываемых месторождений категорий А+В₁ при учете средних уровней добычи нефти за последнее десятилетие, составляет 32–33 года, категорий А+В₁+В₂ — немного выше, около 40 лет (рисунок 18.13). Но с учетом того обстоятельства, что 65% запасов нефти в России относится к категории трудноизвлекаемых, а добыча ведется в основном из традиционных запасов, становится очевидным, что обеспеченность текущей добычи разрабатываемыми сегодня запасами далека от оптимальной — она не превышает 15–20 лет.

Нефть в России не является дефицитным полезным ископаемым, ее сырьевая база огромна и может удовлетворять как внутренний, так и экспортный спрос на сырую нефть и продукты ее переработки на протяжении длительного времени. Однако многолетняя селективная отработка запасов легкой, удобной для добычи нефти в Западной Сибири привела к ухудшению структуры сырьевой базы. Для освоения запасов трудноизвлекаемой нефти необходимо привлечение инвестиций в разработку и/или внедрение новых технических средств и технологий добычи, промышленной переработки и транспортировки. В среднесрочной перспективе поддержание достигнутого уровня добычи нефти должно базироваться на вовлечении в промышленный

Добычные возможности недр

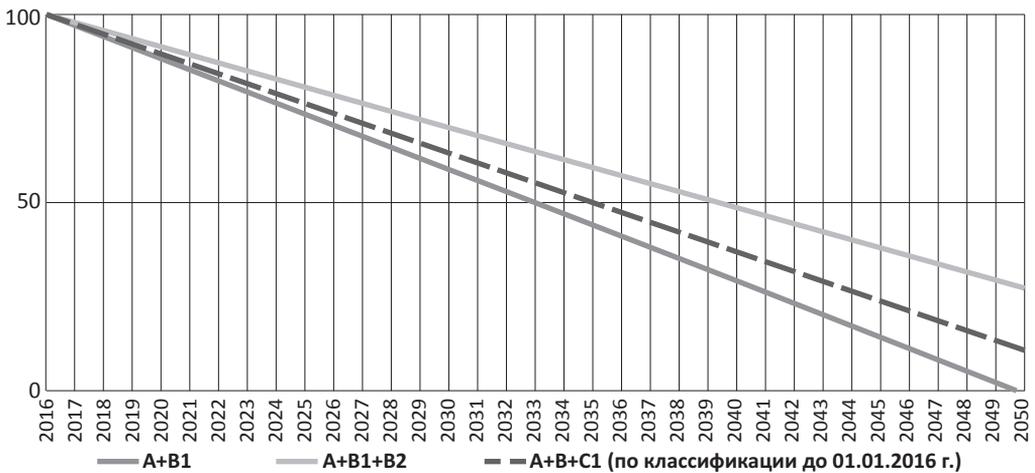


Рис. 18.13 Прогноз истощения запасов нефти категорий A+B₁, A+B₁+B₂, A+B+C₁ (по классификации действующей до 01.01.2016) при среднем уровне добычи в период 2006-2016 гг. на разрабатываемых месторождениях

оборот новых месторождений и залежей, прежде всего, ачимовской, баженовской, тюменской свит в Западной Сибири и доманиковой толщи в Волго-Уральской и Тимано-Печорской нефтегазоносных провинциях. Постепенно будет возрастать роль глубоких нефтеносных горизонтов в старых добычных регионах с развитой инфраструктурой, доля нефти из низкопроницаемых коллекторов, а также обводненных залежей и нефтяных оторочек; будет расти и значение высоковязкой и тяжелой нефти. Ожидается, что к 2025 г. добыча трудноизвлекаемой нефти увеличится примерно в десять раз и составит около 10% количества извлекаемого в стране жидкого топлива.

Природный газ

Россия владеет самыми крупными в мире запасами природного горючего газа, значительно опережая Иран, США и другие страны. Они достигают 70 трлн куб. м, или почти 24% мировых. Российская сырьевая база природного газа отличается очень высокой концентрацией — около 96% запасов свободного газа заключено всего в 40 уникальных и 138 крупных месторождениях. Большая их часть разведана в гигантской Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, где локализована почти половина отечественных запасов свободного газа и две трети его прогнозных ресурсов. По качеству и концентрации запасов в мире не существует аналогов Надым-Пур-Тазовскому

району (НПТР), который является центром отечественной газодобычи. Значительные запасы газа разведаны также на полуостровах Ямал и Гыдан.

Остальные нефтегазоносные провинции России по масштабам уступают Западной Сибири. Около 12% российских запасов свободного газа сосредоточено в восточно-сибирских бассейнах, в том числе 11% — в Лено-Тунгусском. Газ месторождений Восточной Сибири содержит большое количество этана и гелия и требует дополнительной переработки. Примерно 7% запасов российского свободного газа содержится в двух уникальных газоконденсатных месторождениях в Прикаспийской провинции — Астраханском и Центрально-Астраханском. Этот газ также содержит большое количество этана, сероводорода, гелия. Волго-Уральская, Северо-Кавказско-Мангышлакская и Тимано-Печорская провинции не содержат значимых запасов свободного газа, объекты здесь преимущественно мелкие; исключением является лишь уникальное Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение.

Месторождения с запасами свободного газа выявлены также в Западно- и Восточно-Баренцевоморской, Япономорской и Охотской провинциях, где они полностью или частично располагаются в морских акваториях. На шельфах разведано примерно 10% запасов российского газа, в том числе почти 6% сухого газа — в уникальном Штокмановском газоконденсатном месторождении на шельфе Баренцева моря. Еще около 3% запасов газа разведано на шельфе Охотского моря, в уникальном Южно-Киринском и пяти крупных месторождениях — Чайво, Лунском, Киринском, Пильгун-Астохском и Одопту-море.

Объем добычи свободного газа в России в последние 10 лет варьировал в интервале 550–650 млрд куб. м. По этому показателю наша страна уступает только США, которые существенно нарастили добычу за счет трудноизвлекаемых запасов сланцевого газа. Суммарно два лидера мировой газодобычи, Россия и США, обеспечивают около 40% мирового производства. При этом Россия является самым крупным в мире экспортером природного газа; в 2017 г. был установлен исторический рекорд по объему поставок в дальнее зарубежье — 224,7 млрд куб. м.

Почти 80% свободного газа в стране добывается в НПТР, в том числе, более половины — на трех гигантских месторождениях, Заполярном, Ямбургском и Уренгойском; в настоящее время они находятся на стадии падающей добычи. Новый центр газодобычи формируется на полуострове Ямал, который в перспективе компенсирует истощение запасов месторождений НПТР. После выхода на полную мощность Бованенковского месторождения планируется добывать на нем около 140 млрд куб. м газа, что выведет его в лидеры российской газодобычи. Важную роль играют Астраханское и Оренбургское газоконденсатные месторождения, на которых суммарный уровень добычи

Добычные возможности недр

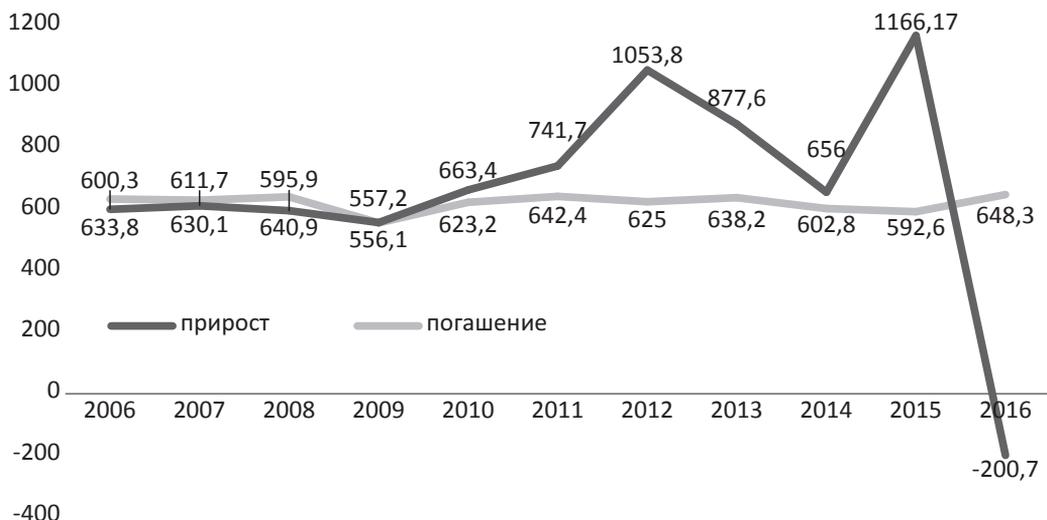


Рис. 18.14 Прирост и погашение запасов $A+B+C_1$ ($A+B_1+C_1$ после 01.01.2016) свободного газа в 2006-2016 гг., млрд куб. м

свободного газа в 2016 г. составил 26,4 млрд куб.м. На шельфе значимые объемы добычи фиксируются на Юрхаровском месторождении на шельфе Карского моря (33,1 млрд куб. м) и на месторождениях Лунское и Чайво в Охотском море (25,5 млрд куб. м).

Прирост запасов свободного газа в основном компенсирует их погашение при добыче. Наиболее значительное увеличение его запасов за последнее десятилетие наблюдалось в 2012 г. и 2015 г., оно было получено преимущественно за счет переоценки запасов и доразведки ранее открытых объектов (рисунок 18.14). Значительная убыль запасов свободного газа пришлась на 2016 г., она была связана с переоценкой запасов по новой классификации, действующей с 01.01.2016 г., когда были списаны с государственного учета 321 млрд куб. м запасов категорий $A+B_1+C_1$ и 493,8 млрд куб. м категории C_2 .

Обеспеченность добычи свободного газа только разведанными запасами разрабатываемых месторождений составляет почти полвека, а с учетом всех запасов распределенного фонда недр — превышает 100 лет (рисунок 18.15).

Свободный газ в России не является дефицитным полезным ископаемым; созданная в стране сырьевая база огромна и может удовлетворить практически любой, как внутренний, так и экспортный спрос на протяжении многих десятилетий.

Основной проблемой сырьевой базы природного газа является постепенное истощение запасов наиболее дешевого сухого газа в Западной Сибири. Но проблема эта не критична: по состоянию на 01.01.2017 г. в Ямало-Ненецком

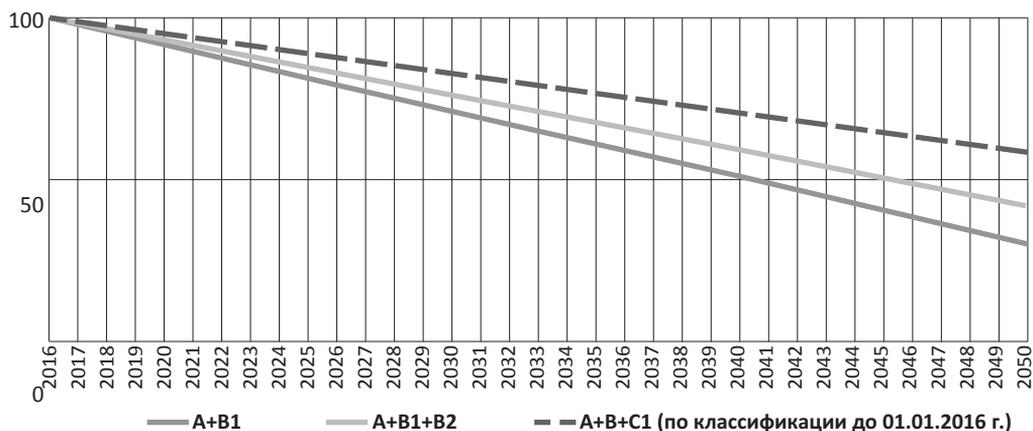


Рис. 18.15 Прогноз исчерпания запасов свободного газа категорий А+В₁, А+В₁+В₂ и А+В+С₁ (классификация до 01.01.2016) на разрабатываемых месторождениях

АО запасы горизонтов, по которым ведется добыча в объеме более 1% запасов от этого горизонта, составляют лишь 60%. То есть в обозримом будущем изменится структура добычи: будет возрастать производство жирного этан- и конденсатсодержащего газа, что потребует строительства предприятий по его переработке и извлечению тяжелых гомологов метана.

Россия располагает значительным резервом газовых месторождений и в других регионах: на полуострове Ямал, в Восточной Сибири и на шельфе. В ближайшие годы возможен запуск сразу нескольких крупных проектов. Среди них Харасавейское, Юрхаровское, Южно-Тамбейское месторождения в ЯНАО, ачимовские отложения Уренгойского месторождения, Чайиндинское и Ковыктинское месторождения в Восточной Сибири, Киринское месторождение, входящее в проект «Сахалин-3».

Выводы

Обеспеченность текущей добычи рентабельными для отработки запасами полезных ископаемых является важнейшим параметром, который определяет минерально-сырьевую безопасность страны. С ее учетом должны решаться проблемы управления минерально-сырьевыми ресурсами, их воспроизводством и использованием. Параметры обеспеченности в разрезе регионов и отдельных месторождений необходимы для составления программ воспроизводства МСБ, решения вопросов организации и стимулирования ГРР, а в традиционно сырьевых районах — для разработки программ их

социально-экономического развития. К сожалению, в России определение обеспеченности текущей добычи рентабельными для отработки запасами существенно затрудняется целым рядом причин, главной из которых является устаревшая система учета запасов и ресурсов полезных ископаемых в недрах, сохранившаяся с советских времен практически без изменений.

В СССР информация о запасах и прогнозных ресурсах использовалась прежде всего для решения задач государственного планирования, так как рыночной экономики в те годы в нашей стране не было. Попытки реформировать систему учета предпринимаются регулярно, с периодичностью примерно раз в десять лет. В 1997 г. и 2006 г. были утверждены новые версии российской классификации запасов, в которых хоть как-то учитывались экономические факторы, влияющие на рентабельность разработки месторождений. Внедрить последнюю классификацию в практику планировалось 1 января 2008 г., но из этого ничего не вышло, и учет запасов по экономическим параметрам так и не был налажен.

В настоящее время предпринимается еще одна попытка перестроить систему учета; пока она реализована только для углеводородного сырья, обновленная классификация запасов твердых полезных ископаемых к настоящему моменту не действует.

Новая классификация запасов и ресурсов углеводородного сырья [1] была утверждена в 2013 г. и в 2017 г. вступила в законную силу. Судить о том, насколько экономические параметры месторождений получают в ней свое отражение, можно по Государственному балансу запасов углеводородного сырья (ГБЗ) за 2016 г. (по состоянию на 01.01.2017). На наш взгляд, они отражены совершенно недостаточно. Выделение запасов категорий B_1 и B_2 никак не отражает экономику добычи; в соответствии с классификацией и методическими рекомендациями ГКЗ [2] оно демонстрирует лишь степень освоенности залежи/месторождения. Несколько простых примеров, основанных на сравнении данных Государственного баланса запасов по состоянию на 1.01.2016 г., когда запасы подсчитывались по ранее действовавшей классификации, и по состоянию на 1.01.2017 г. приведены в таблице 18.1.

Нефтяное месторождение Долгинское, находящееся в Печорском море, не разрабатывается, Салымское только начинает разрабатываться, добыча на нем составляла 0,6–0,76 млн т, а Самотлорское находится в стадии падающей добычи. Во всех трех случаях запасы категорий $A+B_1+C_1$, фигурирующие в ГБЗ за 2016 г., примерно равны запасам категорий $A+B+C_1$ в ГБЗ за 2015 г., а запасы категорий B_2+C_2 (2016 г.) практически соответствуют запасам категории C_2 (2015 г.). Экономическая ценность их запасов осталась неизвестной. Аналогичная ситуация и с газовыми месторождениями: Штокманское месторождение

Таблица 18.1 Соотношение запасов углеводородного сырья по классификации, действовавшей до 1 января 2017 г., и вступившей в силу с начала 2017 г.

Месторождение	на 1.01.2016		на 1.01.2017	
	A+B+C ₁	C ₂	A+B ₁ +C ₁	B ₂ +C ₂
Салымское, нефть, млн т	160,4	115,2	159,8	115,2
Самотлорское, нефть, млн т	890,9	35,8	881,1	30,3
Долгинское, нефть, млн т	0,9	234,9	0,9	234,9
Штокманское, газ, млрд куб. м	3939,4	0	3939,4	0
Ямбургское, газ, млрд куб. м	3056,6	738,9	2999,4	738,9

не разрабатывается и в ближайшие 10 лет разрабатываться не будет, то есть, с экономической точки зрения оно вообще не содержит рентабельных для отработки запасов, но при переходе на новую классификацию его балансовые запасы не изменились. Запасы разрабатываемого Ямбургского месторождения уменьшились при переходе на новую классификацию на 57,2 млрд куб. м, при этом добыча за тот же год составила 57,03 млрд куб. м.

Еще одним свидетельством недостаточного учета экономических факторов при определении запасов углеводородного сырья является существенная разница между запасами категорий A+B₁+C₁ в целом по России (составляющими, по данным ГБЗ на 01.01.2017 18,5 млрд т нефти) и оценками доказанных запасов по классификации SPE-PRMS (11–14 млрд т).

Оценка эффективности новой классификации твердых полезных ископаемых еще впереди, тем не менее не вызывает сомнений, что споры о том, какова же реальная обеспеченность добычи разных видов полезных ископаемых реальными же запасами, будут продолжаться и впредь.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Классификация запасов и ресурсов нефти и горючих газов. Утверждена приказом Минприроды России от 01.11.2013 № 477.
2. Методические рекомендации по применению классификации запасов и ресурсов нефти и горючих газов. Утверждены распоряжением Минприроды России от 01.02.2016 № 3-р.

Научное издание
ФГБУ «ВИМС»

Добычные возможности недр

Коллектив авторов

Ответственный редактор И.В. Егорова

Редактор: Л.В. Спорыхина
Оформление: А.В. Андреев
Графика: О. Хомаза
Компьютерная верстка: О. Хомаза, М. Комагоров

Подписано в печать 14.06.2019.
Формат 70x100/16. Усл. печ. л. 44,2.
Тираж 500 экз. Заказ № 5.

Редакционно-издательский сектор (РИС) ВИМС.
119017, Москва, Старомонетный пер., д. 31. Тел. (495) 9503180

Отпечатано на ризографе в РИС ВИМС

Книга содержит анализ обеспеченности мировой экономики ресурсами важнейших видов твердых полезных ископаемых с учетом вновь осваиваемых месторождений, а также прогноз объемов добычи минерального сырья в обозримой перспективе

- Fe** ЖЕЛЕЗНЫЕ РУДЫ
- Cr** ХРОМОВЫЕ РУДЫ
- Mn** МАРГАНЦЕВЫЕ РУДЫ
- Al** АЛЮМИНИЕВОЕ СЫРЬЕ
- Cu** МЕДЬ
- Ni** НИКЕЛЬ
- Pb** СВИНЕЦ
- Zn** ЦИНК
- Sn** ОЛОВО
- W** ВОЛЬФРАМ
- Mo** МОЛИБДЕН
- Ti** ТИТАН
- Au** ЗОЛОТО
- Ag** СЕРЕБРО
- Pt** ПЛАТИНОИДЫ
-  АЛМАЗЫ



9 785604 274293 >