

СЫРЬЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Академик, д.т.н. Л.И. Леонтьев,
к.х.н. А.И. Волков, член-корр. О.В. Заякин

Научно-технические проблемы развития металлургии и её сырьевой базы в соответствии со стратегией развития отрасли до 2030 г.

В соответствии с поручением Президента РФ от 28.06.2022 № ПР-1130 и распоряжением Правительства РФ от 28.10.2022 утверждена Стратегия развития металлургической промышленности РФ на период до 2030 года.

Премьер-министр РФ Михаил Владимирович Мишустин поручил Минпромторгу подготовить перечень ПРИОРИТЕТНЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ, которые позволят достичь технологического суверенитета в данной области.

В разделе научно-техническое обеспечение развития отрасли сформулированы основные задачи:

- сырьевая обеспеченность;
- совершенствование материально-технической базы;
- снижение экологического и углеродного воздействия на окружающую среду;
- утилизация побочных продуктов, возникающих в процессе производства;
- производство импортозамещающих материалов и НОВЫХ МЕТАЛЛОВ, отсутствующих на современном рынке;
- повышение энергоэффективности.

Научно-технические проблемы развития металлургии и её сырьевой базы в соответствии со стратегией развития отрасли до 2030 г.

Для решения задач предполагается возродить отраслевую науку и возобновить работу координационного Совета по металлургии с участием представителей научно-исследовательских и проектных институтов.

Среди первоочередных задач:

- бесперебойное обеспечение металлургических предприятий сырьём и оборудованием;
- в части МАРГАНЦЕВЫХ руд – диверсифицировать импорт, создать новые технологии марганцевых ферросплавов и методы дефосфоризации марганцевых концентратов;
- в части ХРОМОВЫХ руд – организовать импортозамещение сырья за счёт месторождений на Полярном Урале и в Пермском крае (Сарановское месторождение);
- в части НИОБИЕВЫХ руд – необходимо разработать месторождения (Томторское и Зашихинское) с вводом в эксплуатацию в 2026-2028 гг.;
- в части ГЛИНОЗЕМА – для снижения зависимости от импорта строительство завода в г. Усть-Луге (Ленинградская область) в течение 7 лет;
- в части ЦИНКОВЫХ руд – освоение Озерского месторождения и строительство цинкового завода в г. Верхний Уренгой;
- в части ТИТАНОВЫХ руд – разработать новые технологии обогащения, обеспечивающие вовлечение в хозяйственный оборот отечественные сложнокомпонентные титаносодержащие руды, добываемые на российских месторождениях;
- в части ЛИТИЕВЫХ руд – поддержать проекты по добыче руд Завитинского, Полмостундровского, Ковыктинского, Ярактинского, Колмозерского месторождений;

Марганец

Марганец – один из важнейших компонентов сталей, причём как массовых, так и специальных. Марганец обеспечивает высокие потребительские свойства сплавов (высокая прочность наряду с высокой пластичностью и вязкостью, низкий порог хладноломкости, немагнитность, оптимальный коэффициент теплового расширения, высокий уровень диссипативных свойств, способность к упрочнению и к формированию наноструктурированных композиций на поверхностях трения, обеспечивающих высокие трибологические свойства и низкий коэффициент трения при одновременном повышении износостойкости).

Потребление марганца при выплавке стали полностью определяет ситуацию на рынке марганца. Суммарный расход марганца при выплавке 1 тонны стали составляет около **10,4 кг.**

Содержание марганца в различных видах сталей:

Углеродистые	0,5%
Конструкционные	1,0%
Высокопрочные низколегированные	1,5%
Немагнитные	11%
Нержавеющие (серия 200)	12%
Сталь Гадфильда	13%

Импорт марганцевого сырья

В 2021 г. Россия импортировала 1394 тыс. т марганцевого концентрата; кроме этого, Россия полностью зависима от импортных поставок диоксида марганца, марганца металлического и электролитического, средне- и низкоуглеродистого ферромарганца.

Стоит отметить, что ситуация с производством марганцевых ферросплавов в России изменилась в лучшую сторону. Доля импорта в потреблении ферросиликомарганца за последние 15 лет снизилась с 80-90% до 40%. Доля импорта в потреблении ферромарганца за последние 15 лет снизилась с 40% до 13%. Не изменилась ситуация с металлическим марганцем, весь объём его потребления (свыше 60 тыс. т) покрывается за счёт импортных поставок.

Для снижения зависимости от импортируемых марганцевых руд необходимо решить ряд вопросов в части научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, связанных:

- с обогащением бедных марганцевых руд;
- с разработкой эффективных технологий выплавки марганцевых ферросплавов из концентратов, получаемых после обогащения марганцевых руд;
- с созданием более совершенных методов дефосфорации марганцевых концентратов.

Специалисты ЦНИИчермет им. И.П. Бардина считают, что убыточность планируемых проектов связана с их нацеленностью на получение традиционной многотоннажной товарной продукции (марганцевых ферросплавов), себестоимость которой оказывается дороже, чем при переработке зарубежных богатых концентратов.

Производство ферросиликомарганца и металлического марганца в Хакасии

На первом этапе планируется использование концентрата из Южной Африки, Бразилии и Габона с объёмом производства 100 тыс. т Mn металлического и 120 тыс. т FeSiMn.

Строительство предполагается на промплощадке в районе ж/д станции Туим Ширинского района Республики Хакасия.

На втором этапе возможно использование марганцевых руд Усинского месторождения, что позволит решить проблему импортозамещения марганцевого сырья на территории РФ.

Общий объём инвестиций в новое производство составит около 400 млн. \$.

Количество новых рабочих мест: до 2000.

В настоящее время - согласование концепции и структуры проекта, разработка мер поддержки и источников финансирования. Запланированы строительство с января 2025 г. и запуск промышленного проекта в декабре 2026 г. Возможности Тыньинского месторождения.



Среди отечественных месторождений следует отметить следующие:

- **Североуральский кластер (Свердловская область) – Тынинское, Собянинское, Березовское, Юркинское, Южно-Березовское, Лозьвинское, Ново-Березовское;**
- Усинское месторождение (Кемеровская область);
- Порожинское месторождение (Красноярский край);
- Парнокское месторождение (Республика Коми);
- Шунгулежское и Красное (Иркутская область);
- имеются также месторождения в Алтайском крае, Архангельской и Оренбургской областях.

При поддержке Научного совета РАН по металлургии и металлостроению **Североуральской марганцевой компанией (ООО СУМК) подготовлена расконсервация карьера Тынинского месторождения, на котором остались запасы руды в количестве около 400 тыс. т, а также запланирована доразведка и последующая разработка всего Североуральского кластера (более 25 млн т руды).**

Североуральский кластер марганцевых месторождений

Кластер расположен в Ивдельском городском округе Свердловской области, в 32 км от г. Ивдель и в 14 км от железнодорожной станции Полуночное.

Ближайшие населенные пункты — рабочие поселки Полуночное и 1-й Северный — связаны с месторождением грунтовой дорогой, которая может эксплуатироваться круглогодично и бесперебойно.

Район хорошо освоен, обладает необходимыми кадровыми и техническими ресурсами.

- **Североуральский кластер будет разрабатываться ООО «Североуральская марганцевая компания»**
- **История: Тыньинское месторождение (первое из кластера) было приобретено в 2017 году в рамках государственного аукциона. Срок действия лицензии – до 12.01.2037 года**
- **Запасы и ресурсы:**
 - С1+С2: 27 млн т марганцевой руды при среднем содержании **Mn - 20%**
- **Текущий статус:**
 - На базе руд Тыньинского месторождения была отобрана технологическая проба и направлена в ВИМС для разработки новых технологий отработки
 - Согласно работе, проведенной ВИМС, технология работает и имеет выгодные технические показатели
 - В настоящий момент подготовлено ТЭО освоения кластера

Хром

Основной сферой потребления хромовых руд является чёрная металлургия, где их используют для выплавки феррохрома. Феррохром, в свою очередь, является легирующей добавкой при выплавке нержавеющей сталей. Хром обладает высокими антикоррозионными свойствами и в качестве легирующего элемента входит в большое число марок сталей и сплавов. **Содержание хрома в сталях в зависимости от назначения в предъявляемых к ним требованиях изменяется от десятых долей процента до 30...40 %.**

В настоящее время в России выплавляют феррохром различных марок (300-400 тыс. т), ферросиликохром товарный (≈ 70 тыс. т) и передельный. **Ввиду небольших мощностей по производству нержавеющей стали существенная доля выпускаемого феррохрома поступает на экспорт.**

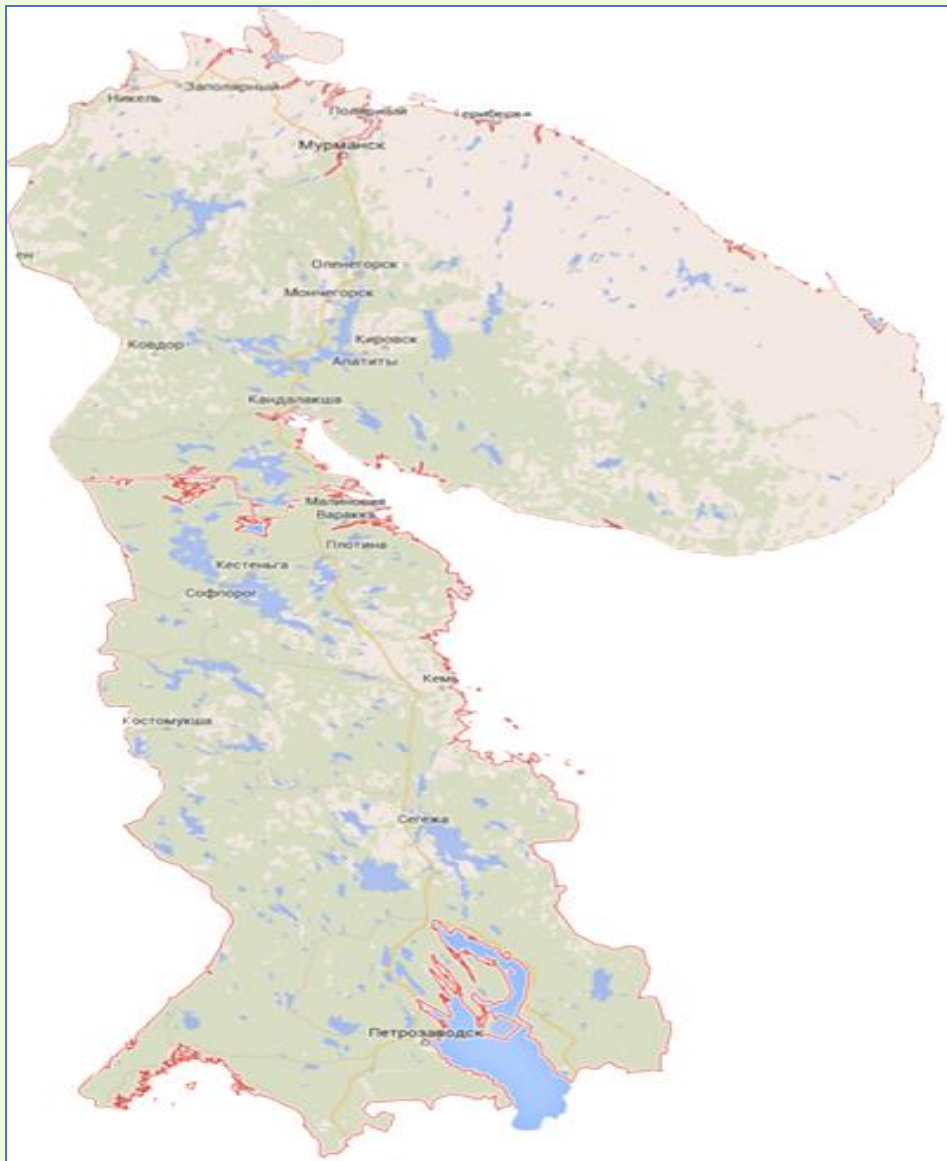
Хромовые руды

В настоящее время около 44% потребляемых в России хромовых концентратов поступает по импорту на заводы, производящие хром металлический, хромовые ферросплавы и соединение хрома (Ключевский завод ферросплавов, Новотроицкий завод хромовых соединений, Полема, Тихвинский ферросплавный завод, Русский хром).

Отечественные богатые руды (38-39% Cr_2O_3) месторождений Центральное и Главное Сарановское добываются и потребляются Урало-Сибирской металлургической компанией (ЧЭМК, Серовский завод ферросплавов) для выплавки феррохрома. Доля хрома этих месторождений в запасах России составляет всего 11%.

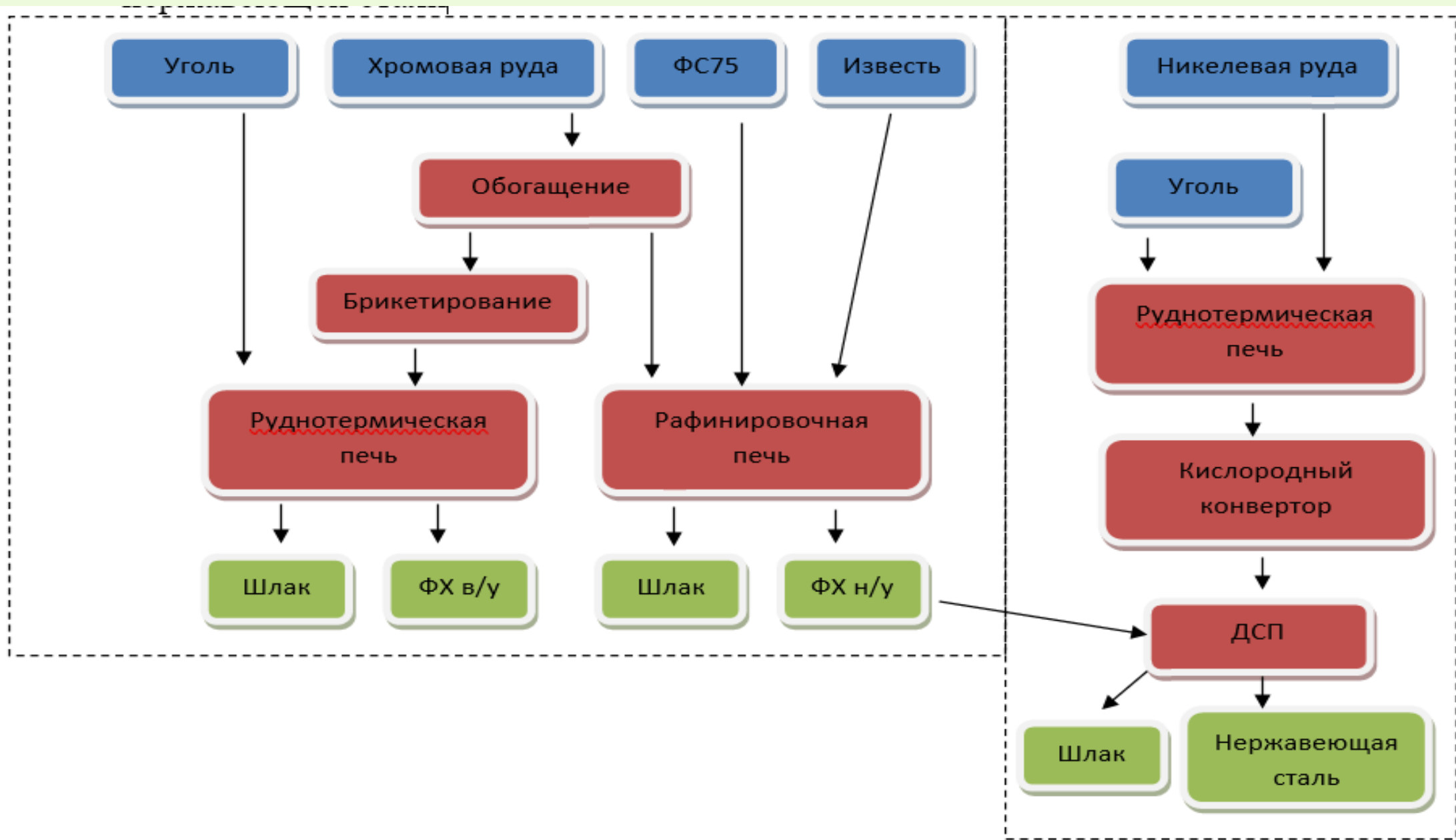
Между тем наибольшую долю (около 70%) в запасах хромовых руд России составляют руды Аганозёрского и Сопчеозёрского месторождений, но содержание хрома в них ниже (23-26% Cr_2O_3).

Создание комплекса по производству ферросплавов и редкометалльной продукции на базе энергетических возможностей Кольской АЭС



В Мурманской области сложилась тупиковая ситуация по реализации электроэнергии. Кольская АЭС в настоящее время обеспечивает потребление электроэнергией только населённые пункты и АО «Кольская ГМК». В то же время в регионе есть уникальные месторождения полезных ископаемых, организация переработки которых может обеспечить устойчивый рост потребления электроэнергии в крупных масштабах и производство высоколиквидной продукции, что обеспечит устойчивое развитие региона (товарооборот, налоговые отчисления, рабочие места).

Создание комплекса на базе мощностей Кольской АЭС



Создание комплекса по производству ферросплавов и редкометалльной продукции на базе энергетических возможностей Кольской АЭС

Предлагается:

На 1 этапе строительство на базе Сопчеозерского месторождения ферросплавного цеха на базе существующего плавильного цеха Оленегорского механического завода:

- переработка сырья – 550 тыс. т руды в год;
- товарная продукция – 49 тыс. т хромового концентрата, 39,0 тыс. т среднеуглеродистого феррохрома и 50,0 тыс. т нержавеющей стали в год;
- годовое потребление электроэнергии – 350 млн кВт·ч.

На II этапе после детальной технико-экономической и технологической проработки организация переработки руд редких металлов, в т.ч. с получением товарной титановой продукции (пигментный диоксид титана, титановый шлак, титановая губка).



Нержавеющая сталь (прокат и трубы)

Хромовые ферросплавы в основном потребляются при выплавке нержавеющей сталей.

Основными конечными потребителями нержавеющей стали в России, по оценке ЦНИИчермет им. И.П. Бардина, являются машиностроительный комплекс (65% от общего объема потребления), нефтехимический комплекс (10%), топливно-энергетический комплекс (9%), строительство (8%) и сельское хозяйство (3%). На прочие отрасли приходится 5% потребления.

За последние десять лет доля импорта в объёме потребления проката из нержавеющей стали составляла 55-72%, для труб из нержавеющей стали эта цифра колебалась в пределах 46-70%. Так, в 2021 г. из 534 тыс. т потребляемого готового проката 423 тыс. т поставлено по импорту, а из 104 тыс. т труб по импорту поставлено 39 тыс. т.

Начало строительства завода «Русской нержавеющей компании»



30 марта 2023 г. в г. Волжский Волгоградской области установили первую колонну в основание будущего комплекса по производству плоского нержавеющей проката, совместного предприятия компаний ТМК и ЧЭМК.

Мощность предприятия составит до 500 тысяч тонн плоского нержавеющей проката в год.

Строительство цеха холодной прокатки планируется в период с 2023 по 2025 годы, а цехов горячей прокатки и электросталеплавильного - в период с 2024 по 2026 годы.

Ниобий

Ниобий в виде феррониобия (содержит 50-65% Nb) применяется для производства жаропрочных сталей в авиации, нержавеющей низколегированных сталей в машиностроении, судостроении, трубной промышленности (составляет около 85% мирового потребления, 93% в России).

Вид стали	Марка	Содержание Nb, %
Трубы большого диаметра	X 80	0,05
Стали для судостроения	EN 36 normalized	0,03
Конструкционные стали	S 355 MC	0,025
Автомобильные полосы	S 500 MC	0,04
Автомобильный лист	H 340 LA	0,04
Жаростойкие стали	1.4509	0,60

Серьёзной проблемой является практически полная зависимость отечественной чёрной металлургии от импортных поставок феррониобия (в среднем 98,5% от объёма потребления).

Проекты по получению ниобия

Месторождение	Компания	Объём производства, т	Планируемая дата запуска
Томторское	ООО «Восток Инжиниринг»	10 000 FeNb	2028
Зашихинское	ЗАО «Техноинвест Альянс»	99,8 % Nb ₂ O ₅ – 2099; 99,99 % Nb ₂ O ₅ – 109	2025
Умбозеро (Ловозёрский ГОК)	АО «Атомредметзолото»	1700 Nb ₂ O ₅	2027
Африканда	АО «Аркминерал-Ресурс»	1300 Nb ₂ O ₅	2025
Татарское	ООО "Русская ниобиевая компания"	?	?

Альтернатива ниобию

В некоторых случаях возможна замена ниобия на молибден, тантал, титан, вольфрам и ванадий, но такая замена может приводить к снижению служебных характеристик стали и/или увеличению издержек.

Марка стали	Применение	Содержание Nb, %	Содержание V, %
K60	Трубы большого диаметра	0,045	0,030
API X70, X80, X100		0,08-0,10	0,25
09Г2ФБ		0,031	0,050
15Г2СБФ ПП		0,04	0,07
12ГСМФБ ПП		0,05	0,12

Титан

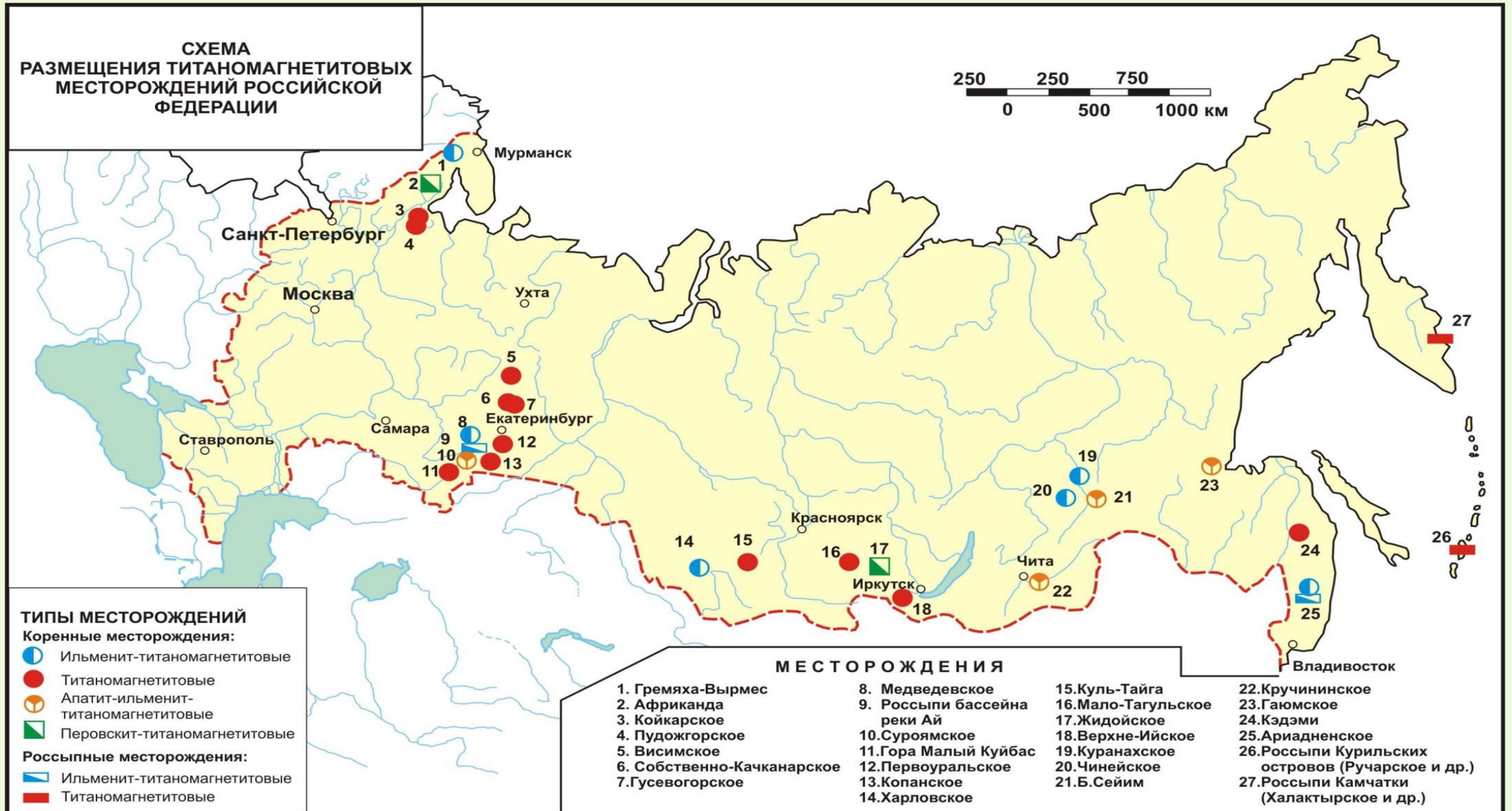
В титановой подотрасли в мировой практике основным является производство пигментного диоксида титана, на который расходуется около 90–95 % исходного титанового сырья и лишь около 5 % идет на производство металлического титана и соединений. Диоксид титана используется в лакокрасочной промышленности, производстве пластмасс, бумаги, искусственных волокон, резины, катализаторов. Авиационной промышленностью потребляется около 65 % металлургического титана и изделий из него.

В России сложилась ситуация, при которой, обладая большими запасами титана, она закрывает значительную (97,4%) часть своих потребностей за счет импортного сырья.

Длительно действующим источником титанового сырья в России является Ловозёрское месторождение, при переработке руды которого получают лопаритовый концентрат. Из этого концентрата на Соликамском магниевом заводе ежегодно получают около 2,2 тыс. т губчатого титана.

Металлический титан производился ВМПО-АВИСМА в основном из зарубежного сырья (Украина, Индия, Австралия и другие страны).

Месторождения титановых руд



Характеристика месторождений Ti-содержащих руд

На сегодняшний день на государственном балансе России числятся 22 месторождения титана, из которых 13 коренных и 9 россыпных.

Балансовые запасы месторождений титановых руд

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Руда, тыс. т	Запасы TiO ₂ , тыс. т A+B+C1+C2	Содержание, %		
				TiO ₂	Fe	V ₂ O ₅
Куранахское (Амурская обл.)	Ильменит-магнетит-апатитовый	22 400	2 100	9,30	27,9	0,30
Чинейское (Читинская обл.)	Титаномагнетитовый	921 446	59 894	6,50	33,5	0,55
Кручининское (Читинская обл.)	Апатит-ильменит-титаномагнетитовый	595 464	50 019	8,40	15-18	-
Африкандское (Мурманская обл.)	Перовскит-титаномагнетитовый	626 200	52 200	9,20	15,6	неизв.
Медведевское (Челябинская обл.)	Ильменит-титаномагнетитовый	427 270	30 208	7,07	14,8	-
Пудожгорское (Карелия)	Золото-платинометалльный-титаномагнетитовый	316 700	25 653	8,10	28,9	0,43
Ярегское (Коми)	Лейкоксен-кварцевые нефтеносные песчаники	2 669 099	278 654	10,44	-	-
Копанское (Челябинская обл.)	Ильменит-титаномагнетитовый	2 592 302	159 426	6,15	22,04	0,27

Минимальное содержание в рудах TiO₂, %:

Новая Зеландия – 4,3; ЮАР – 12-14; Китай – богатые 10-11, бедные 6-7.

Структура запасов титана России по промышленным типам руд (Быховский и др., 2001).

Промышленные типы руд, месторождения	Субъект РФ	Содержание TiO ₂		Запасы TiO ₂ (% от общих запасов)	
		в руде, %	в песках, кг/м ³	A+B+C ₁	C ₂
Балансовые запасы					
Коренные титановые руды					
Лейкоксен-кварцевые нефтеносные песчаники; Ярегское	Республика Коми	10,4		39,9	66,9
Ильменитовые песчаники; Тулунское	Иркутская область	3,3		1,2	1,2
Ильменит-титаномагнетитовые руды					
Медведевское	Челябинская область	7,0		12,4	2,9
Кручининское	Читинская область	8,4		14,8	8,0
Куранахское	Амурская область	14,12		0,2	0,1
Титаномагнетитовые руды					
Подлысанская группа	Красноярский край	11,4		2,7	-
Чинейское	Читинская область	6,5		18,1	9,4
Лопаритовые руды					
Ловозерское	Мурманская область	1,3		2,0	1,6
Апатит-нефелиновые руды с титаномагнетитом и сфеном					
Юкспор, Кукисвумчорр, Портомчорр	Мурманская область	1,0		6,1	9,6
Россыпи циркон-рутил-ильменитовые					
Туганское	Томская область		19,71	1,5	-
Тарское	Омская область		18,13	0,1	-
Георгиевское	Томская область		17,10	0,4	0,27
Лукояновское	Нижегородская область		32,06	0,6	0,03
Итого балансовые запасы				100	100

Забалансовые запасы

Коренные титановые руды

Рутиловые эклогиты: Шубинское	Оренбургская область	2,48			1,33
----------------------------------	----------------------	------	--	--	------

Титаномагнетитовые руды

Копанское	Челябинская область	7,62			26,05
-----------	---------------------	------	--	--	-------

Россыпи

Циркон-рутил-ильменитовая россыпь: Центральное	Тамбовская область		22,70		66,94
---	--------------------	--	-------	--	-------

Ильменитовая россыпь: Николаевское	Кемеровская область		19,16		2,43
---------------------------------------	---------------------	--	-------	--	------

Ильменит-титано-магнетитовая россыпь: Бассейн р. Ай	Челябинская область		13,18		3,25
--	---------------------	--	-------	--	------

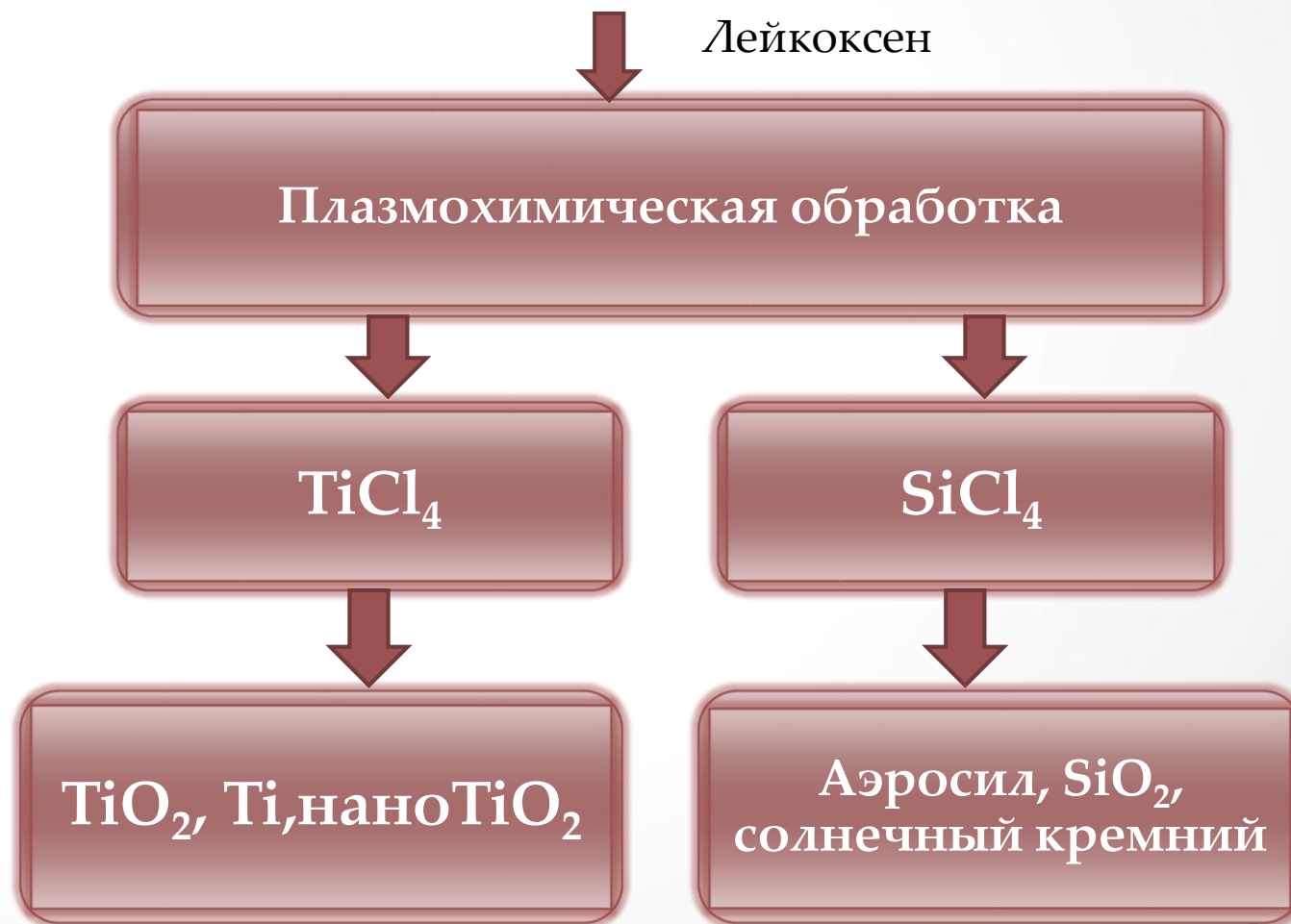
Итого забалансовые запасы					100
---------------------------	--	--	--	--	-----

За время изучения Ярегского месторождения доказана универсальность ярегских кремнисто-титановых концентратов, которые могут быть использованы для производства пигментного диоксида титана и цветных титановых пигментов по сульфатной и хлоридной технологиям.

Лейкоксен
Восстановитель



Лейкоксен



Ярегские концентраты – сырье для стратегических продуктов

кремнисто-титановый концентрат – исходное сырье для производства широкого спектра высококачественной востребованной продукции.



Схема переработки руды Медведёвского месторождения и реки Ай и др.

Медведёвское месторождение ильменит-титаномагнетитовых руд расположено в Челябинской области, в 10 км от г. Златоуста. В 60-70 годы эти руды предполагались как основной источник обеспечения сырьём титаново-пигментной промышленности. Даже были проложены железная дорога и высоковольтная линия. Златоустовское обогатительное радиоуправление в составе обогатительной фабрики и аглофабрики, работавшее ранее на Кусинских рудах, должно было обеспечить первичную переработку руды с получением ильменитового и титаномагнетитовых концентратов, которые далее должны были перерабатываться по представленной схеме.

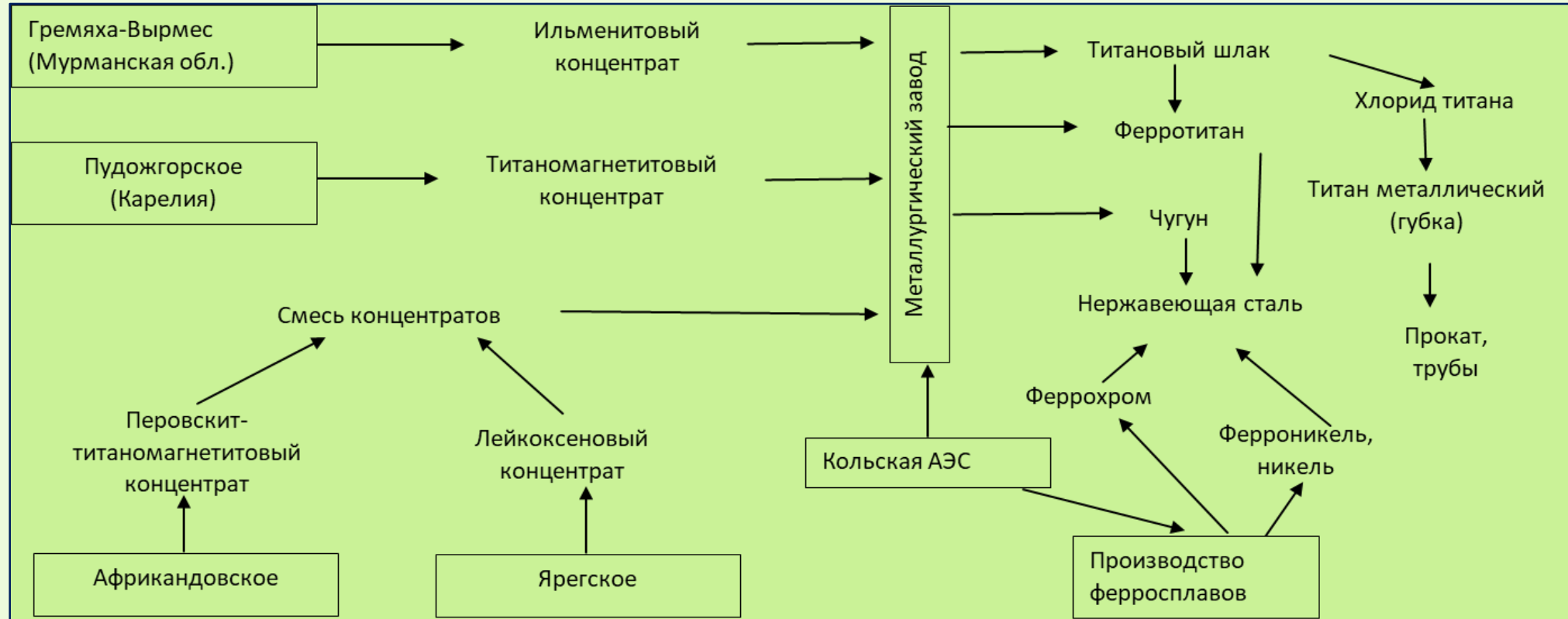


Причем агломерат по железной дороге Бакал - Чусовая должен был отправляться на Чусовской металлургический завод для доменной плавки с получением ванадистого чугуна, а ильменитовый концентрат – той же дорогой в г. Березники на электроплавку для получения высокотитанового шлака, из которого возможно было получение и титановой губки, и пигментного диоксида.

Характеристика Африкандского месторождения

- Африкандское месторождение перовскито-титаномагнетитовых руд находится на Кольском полуострове (Мурманская область) в 1,5 км от ст. Африканда.
- Общие запасы руд составляют 626 200 тыс. т, в том числе по категориям:
- В – 38 200 тыс. т (4 200 тыс. т TiO_2),
- C_1 – 152 400 тыс. т (13 400 тыс. т TiO_2),
- C_2 – 435 500 тыс. т (34 600 тыс. т TiO_2).
- Общее количество TiO_2 в месторождении – 52 200 тыс. т. Среднее содержание диоксида титана в рудах составляет 9,2 %.

Предлагаемая схема переработки титановых концентратов



Одним из вариантов развития титановой отрасли является создание металлургического производства на базе энергетических мощностей Кольской АЭС. Реализация совместной плавки лейкоксенового и перовскит-титаномагнетитового концентратов позволит снизить радиоактивность концентрата до безопасного уровня; получить продукцию глубокой степени переработки (в т.ч. проката нержавеющей стали, пигментного диоксида титана, изделий из титана, оксиды и соли редких металлов); снизить риски импортозависимости сырья; уменьшить на 7,5% себестоимость пигментного диоксида титана, в связи с отсутствием в лейкоксеновых концентратах железа и, соответственно, уменьшением расхода серной кислоты на вскрытие.

Североонежское месторождение бокситов – ключ к ликвидации зависимости алюминиевой промышленности РФ от импорта глинозёма

В России четыре завода производят менее 3 млн т глинозёма в год. Дефицит сырья для полной загрузки имеющихся в ОК Русал электролизных мощностей составляет более 60% и восполняется за счёт импорта. Заместить импорт глинозёма в РФ в ближайшее время невозможно по причине отсутствия соответствующих промышленных мощностей.

Обеспечить независимость России в области алюминийсодержащего сырья возможно путем создания металлургического комплекса по переработке Североонежских бокситов.

В свое время в институте МЕХАНОБР была скомпонована и опробована комбинированная технологическая схема термохимического обогащения маложелезистого высококремнистого боксита, основанная на методе весового определения рационального состава каолиновых глин. Схема представляла собой комбинацию элементов кислотного способа получения глинозема из алюмосиликатов и щелочной перечистки черного глинозема с предварительной термической активацией исходной руды.

Лабораторные исследования показали, что последовательное извлечение глинозема из каолиновой составляющей боксита, части железа, РЗЭ, скандия и прочих кислоторастворимых и амфотерных элементов малых примесей с последующим карбонатным обескремниванием сиштофа позволяет получить концентрат с содержанием 75-80% глинозема и кремниевым модулем более 40 единиц.

Скандий - металл XXI века

На основе многочисленных работ (УралВАМИ, ИМЕТ УрО РАН, МЕХАНОБР, УралМЕХАНОБР, МИСиС, ИХТТ УрО РАН, ФизТех УрФУ, РУСАЛ и пр.) в целях обеспечения рыночной доступности соединений скандия специалистами **Североуральской марганцевой компании** предложена новая концепция создания высокоэффективного горно-металлургического производства, основанная на вовлечении в комплексную переработку красного шлама Богословского алюминиевого завода, содержащего до 150 г/т Sc.

Предлагаемая к внедрению технология предусматривает полностью безотходный способ переработки промышленных отходов. По предварительным расчетам, вовлечение в переработку 1 млн т красного шлама (годовой сброс 1 глиноземного завода) позволит получить (с учетом использования имеющегося в избыточном количестве не востребованного местного сырья в виде отвалов горного производства):

более 4 500 000 т цемента, в том числе высокомарочного;

более 400 000 т железного концентрата;

более 100 000 т бентонита;

до 150 000 т глауконита;

до 5 000 тонн концентрата редкоземельных элементов;

более 30 000 тонн титан-циркониевого концентрата;

до 30 000 т природных пигментов;

до 120 тонн скандия (в пересчете на оксид);

вернуть в производство около 200 000 т боксита «байеровского» и «спекательного» сортов.

Отходы производства



В России накопилось свыше 10 млрд т техногенных образований, почти 80% которых сконцентрировано на предприятиях горно-металлургического комплекса. Образующиеся в процессах металлургического и гидрометаллургического производств шлаки, шламы и золы накапливаются в отвалах и шламохранилищах, которые занимают городские и сельскохозяйственные земли и создают серьезную экологическую нагрузку.

Возможные продукты переработки отходов производства

Тип отходов	Химический состав	Продукты переработки
Красные шламы	8,85 SiO ₂ ; 11,03 Al ₂ O ₃ ; 37,83 Fe ₂ O ₃ ; 22,03 CaO; 1,02 MgO; 0,14 S; 0,53 P ₂ O ₅ ; 3,63 TiO ₂ ; 0,40 Na ₂ O; 0,11 K ₂ O	Чугун, глинозёмистый цемент, РЗМ
Пыль с газоочистки	1,77 C; 48,6 Fe; 1,93 Zn; 12,6 Ca; 0,59 Mg; 1,47 SiO ₂	Цинковый концентрат, чугун
Отработанные автомобильные катализаторы	40,0 Al ₂ O ₃ ; 29,9 SiO ₂ ; 7,0 MgO; 4,45 Fe ₂ O ₃ ; 4,0 CeO ₂ ; 0,65 CaO; 1,06 Cr ₂ O ₃ ; 0,21 NiO; 0,51 La ₂ O ₃ ; 0,12 Pt; 0,18 Pd; 0,05 Rh	Лигатуры с РЗМ, драгметаллы
Ванадиевый шлам	24,1 FeO; 12,6 CaO; 14,7 S; 6,2 TiO ₂ ; 5,5 SiO ₂ ; 4,3 MnO; 3,6 V ₂ O ₅ ; 2,8 Cr ₂ O ₃ ; 2,2 MgO; 1,9 Al ₂ O ₃	Стальная заготовка, чугун, феррованадий, лигатура
Замасленная окалина	73,3 Fe; 1,2 SiO ₂ ; 11,2 CaO; 0,5 MgO; 0,4 Al ₂ O ₃	Fe-концентрат, масло
Зола ТЭС	51,66 SiO ₂ ; 19,54 Al ₂ O ₃ ; 6,99 Fe ₂ O ₃ ; 3,00 CaO; 0,81 MgO; 0,54 K ₂ O; 0,12 Na ₂ O	Строительные материалы, ферросплавы

Переработка пиритных огарков



Шламохранилище с 4,5 млн т пиритных огарков в г. Краснокаменск

Б



- 1—разгрузочная площадка
- 2—шихтовой двор
- 3—передаточная галерея
- 4—пролет подготовки и весодозирования шихтовых компонентов
- 5—плавильный пролет
- 6—разливочный пролет
- 7—галереи разливочных машин
- 8—отделение приема и разделки сплавов
- 9—отделение приема и разделки шлаков
- 10—сущ. сооружение с дощелкой под склад реализации

				ПКО-100-10-5 ПР			
Изм.	Лист	И. форма	Титул	Дата	Приложение В		
					Переработка железорудных отходов черной металлургии	И	1:100
					производства	Лист 3	Листов 3
Исполн.					Киндигинская Елена Общий вид		
					ФГУП ЦНИИЧермет		

Компоновочная схема предполагаемого производства переработки огарков. Общий вид

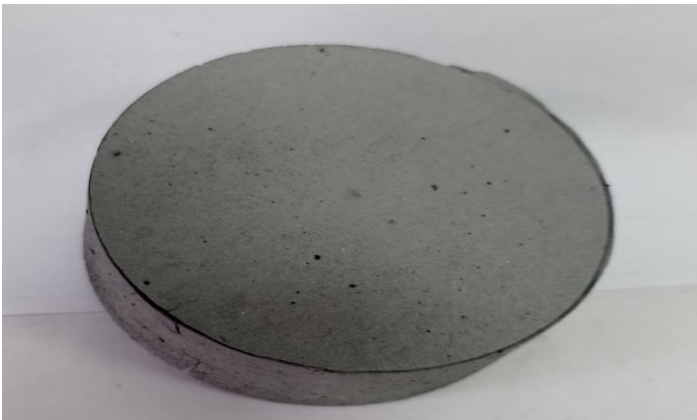
Переработка отсевов и пыли системы аспирации в производстве феррохрома



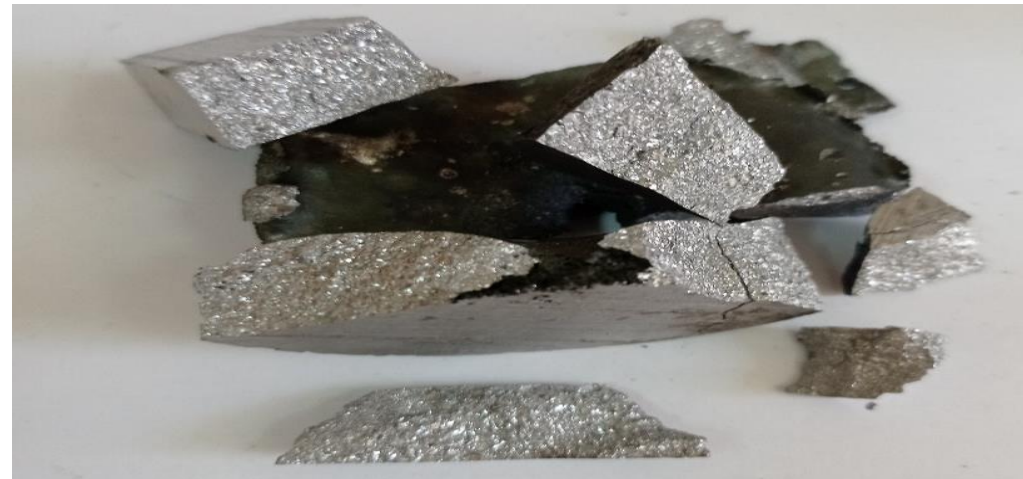
Отсев феррохрома Актюбинского завода ферросплавов



Пыль системы аспирации Актюбинского завода ферросплавов



Изображение брикета феррохрома

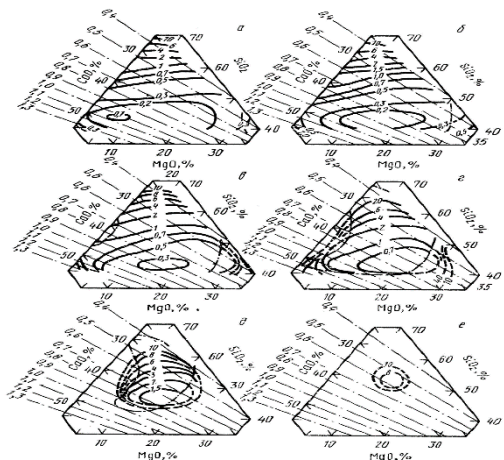
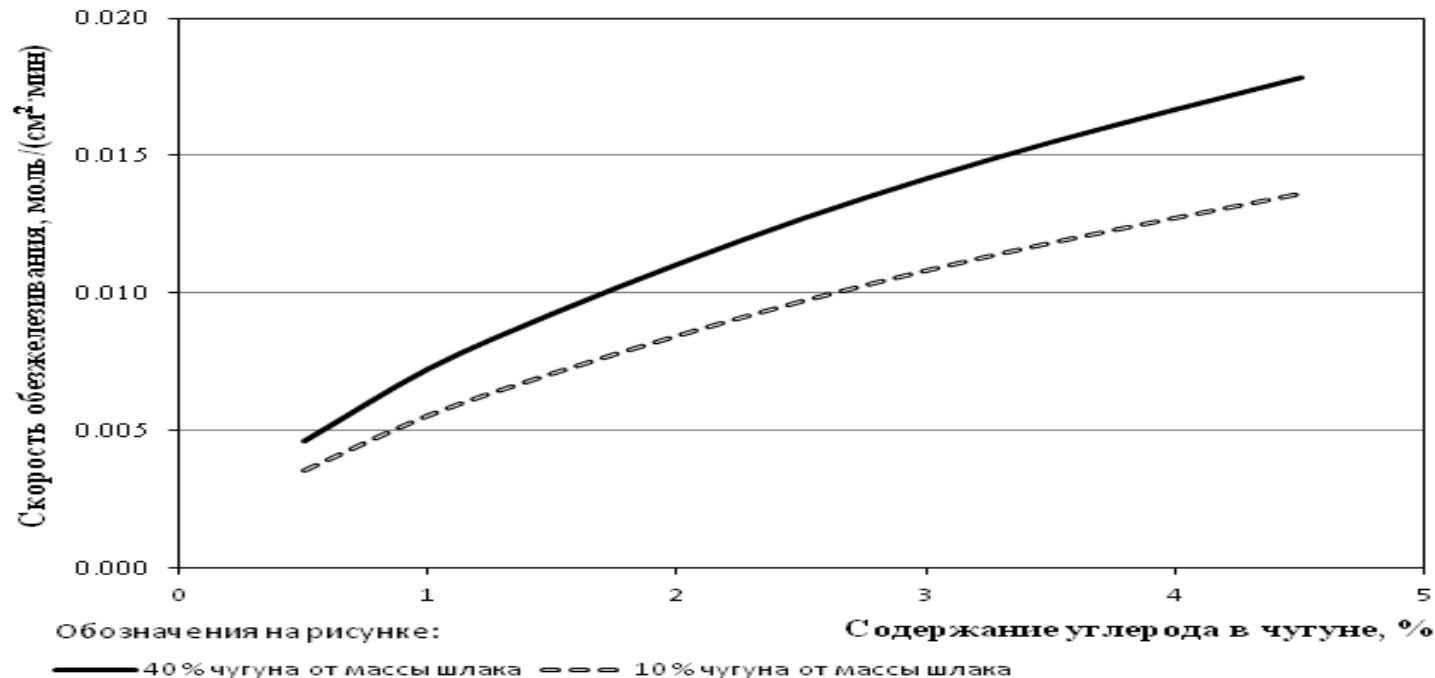


Образец низкоуглеродистого феррохрома после индукционного переплава

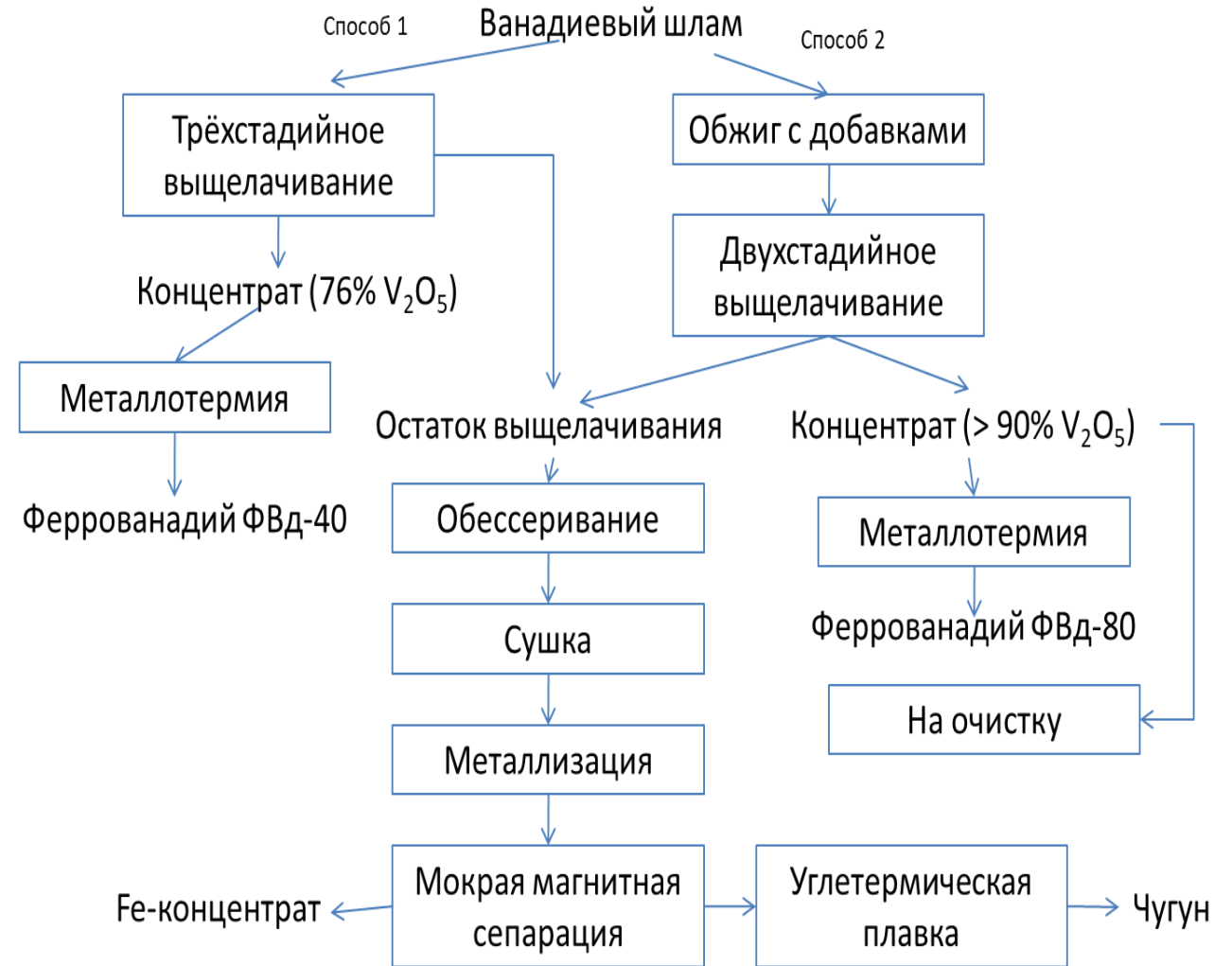
Поиск технологических решений снижения содержания железа в шлаке



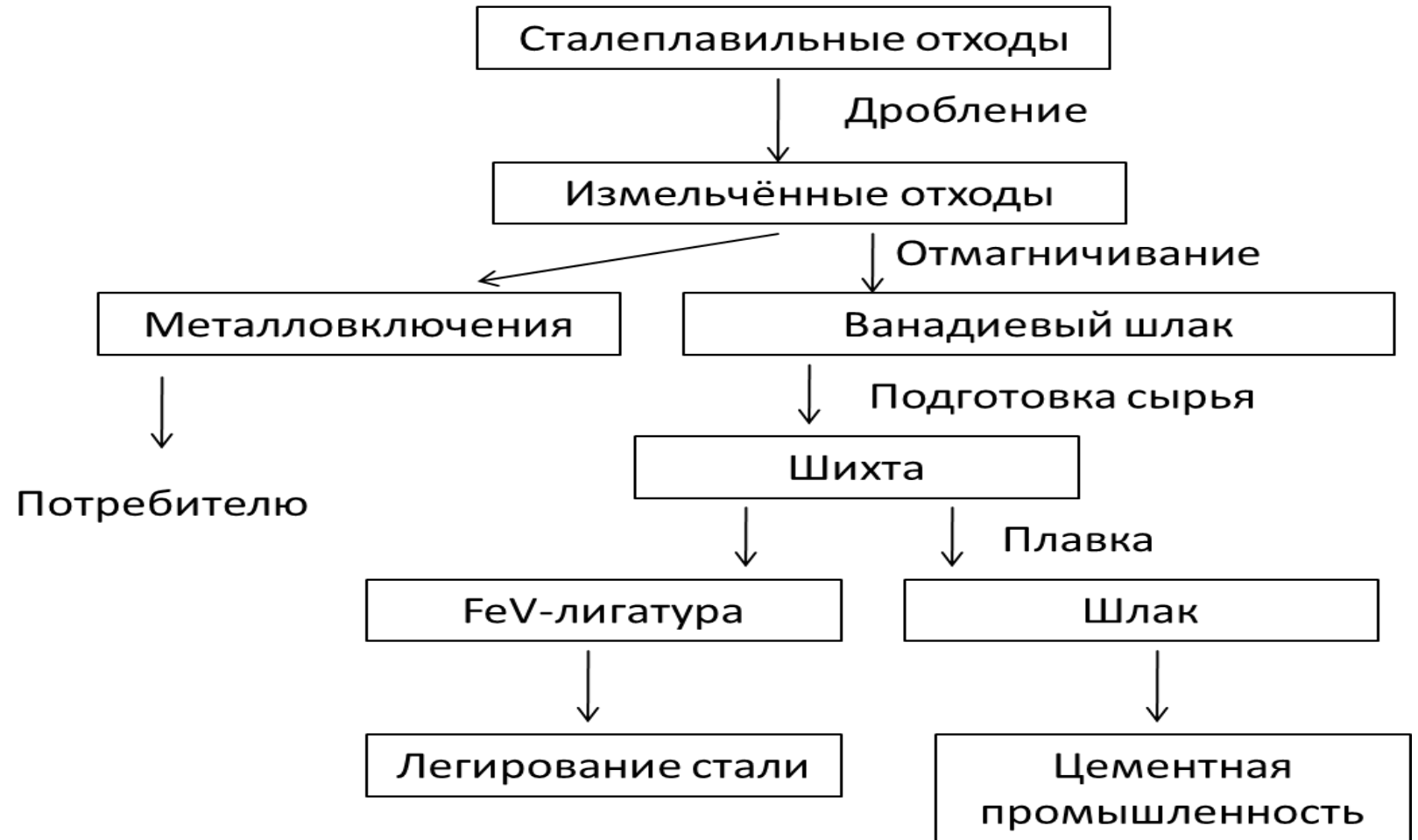
Изображение исходной пробы исследуемого материала



Комплексная переработка шламов гидromеталлургического производства пентаоксида ванадия



Переработка ванадийсодержащих отходов сталеплавильного производства с получением лигатуры для изготовления строительной арматуры



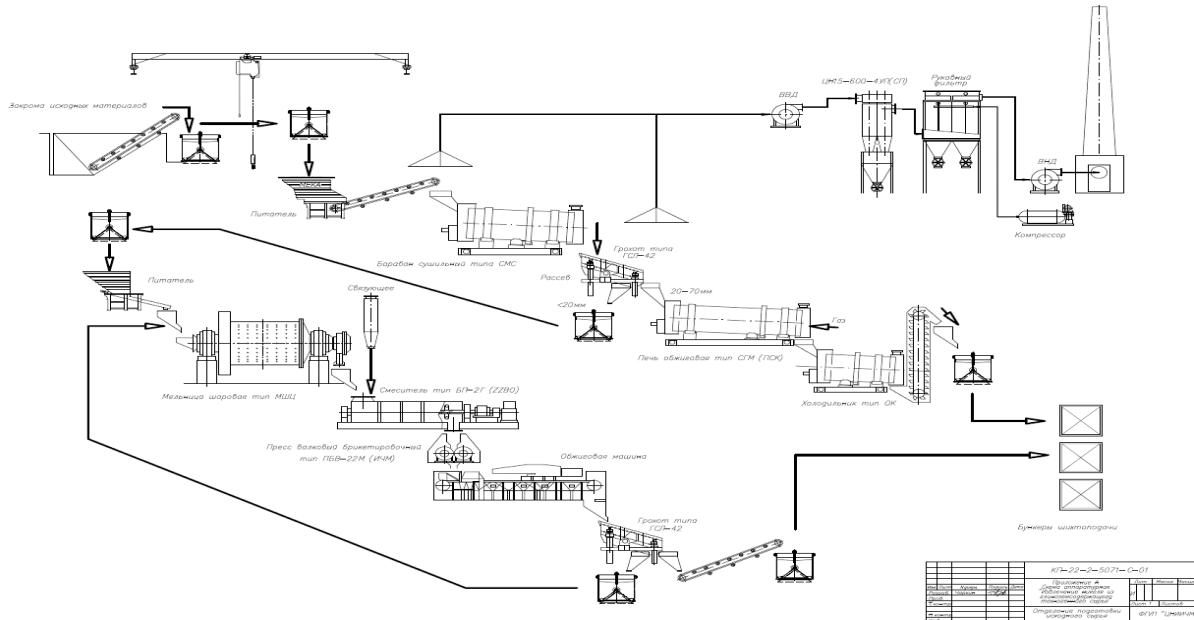
Получение ферроникеля из отработанного катализатора процесса деме­тал­ли­за­ции нефти



Исходный глинозёмистый никельсодержащий материал



Образцы металла и шлака, полученные при
проведении укрупненных испытаний



Аппаратурная схема предлагаемой технологии

Создание технологии переработки отработанных автомобильных катализаторов

Технология переработки катализаторов

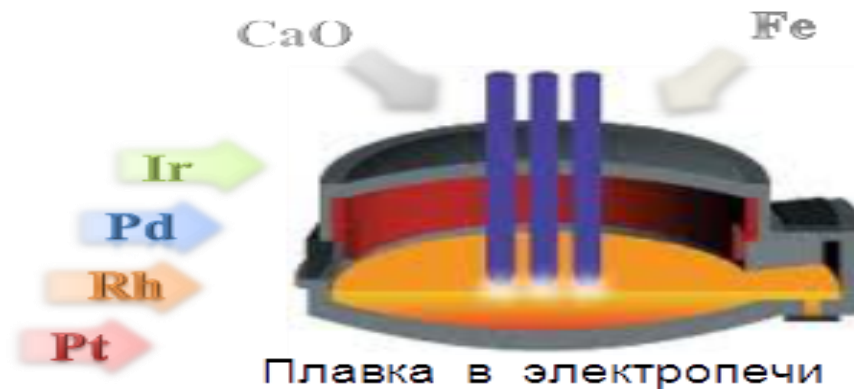


Повышение извлечения драгоценных металлов при переработке автомобильных катализаторов на 50%

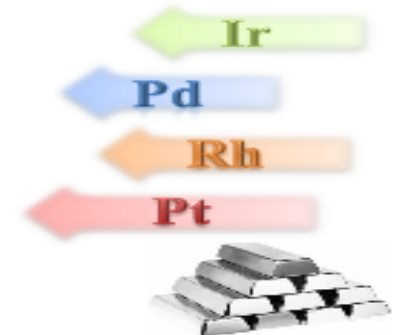
Снижение потерь драгоценных металлов с улетом на 30%



Брикетирование



Извлечение драгоценных металлов из шлака на 100%



Пиро-гидрометаллургическая технология переработки золы от сжигания мазута на электростанциях



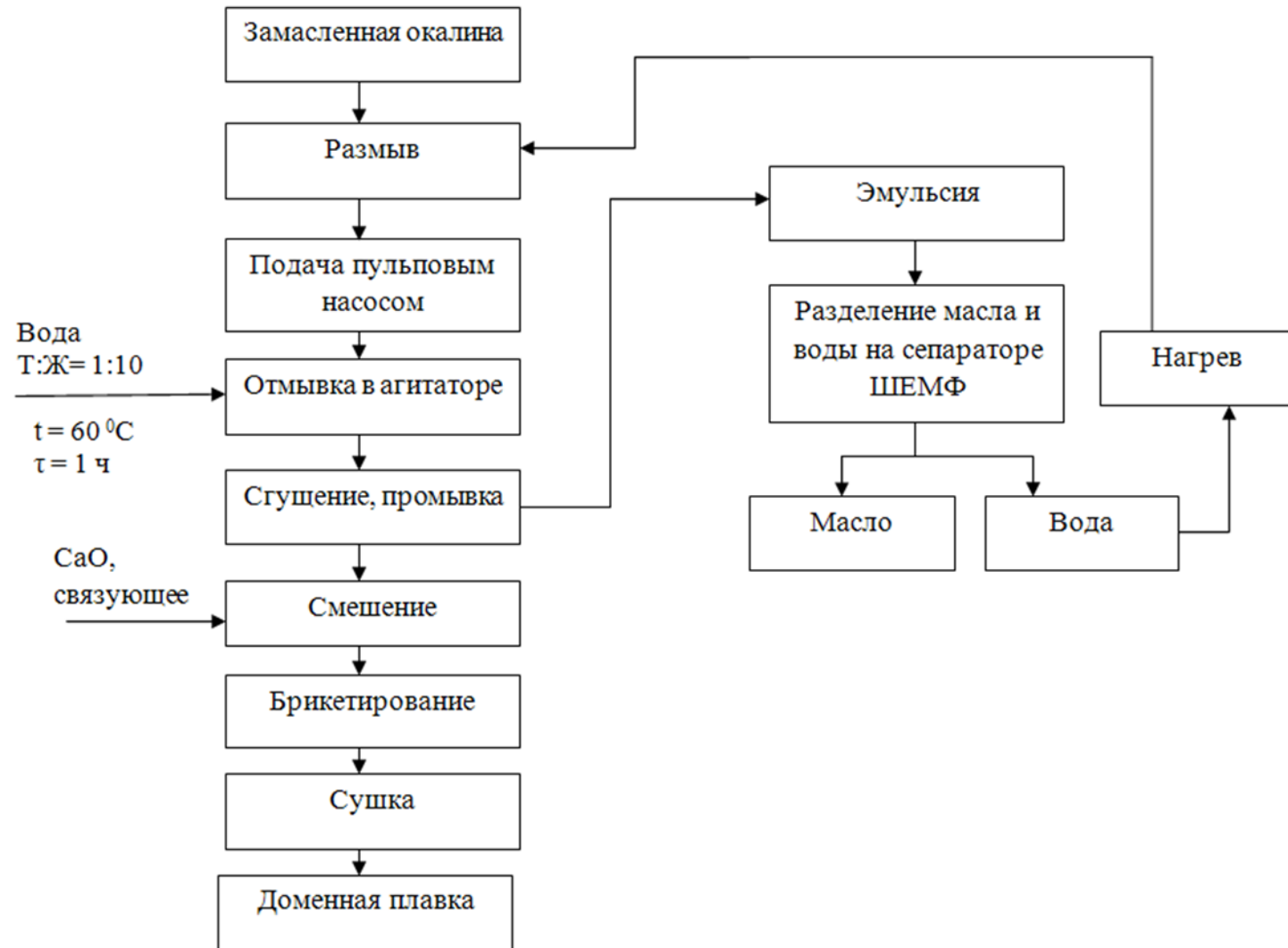
В золе от сжигания нефти и продуктов её переработки (мазута) содержание V_2O_5 в некоторых случаях достигает 60 %, кроме того, в ней в значительных количествах присутствуют Mo и Ni.

Ниже приведены образцы ванадийсодержащих золы и отложений на стенках котлов, содержащие V_2O_5 33,6 и 8,6 %, NiO 29,6 и 0,97%, Fe 6,4 и 25,2 % соотв.

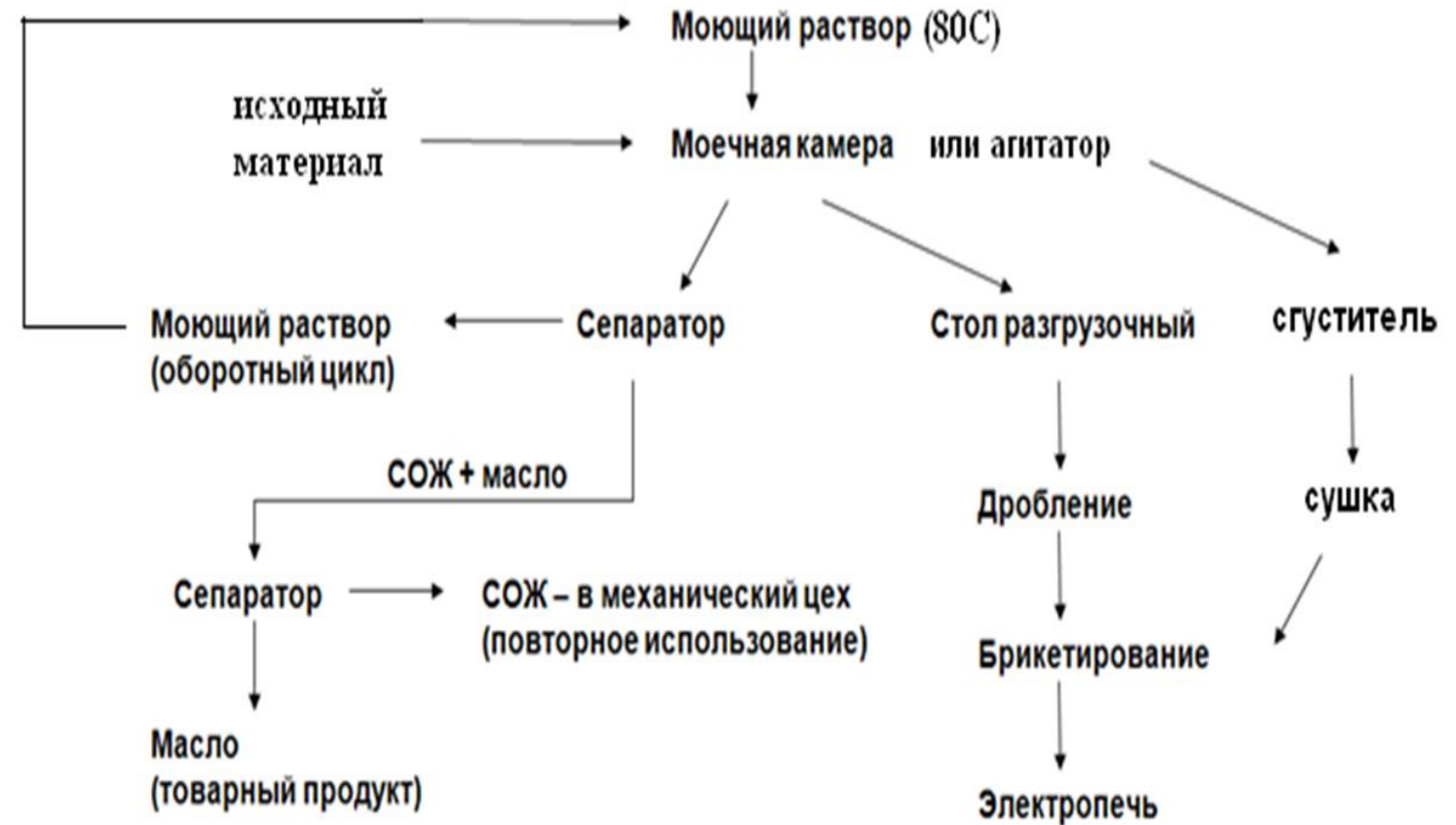


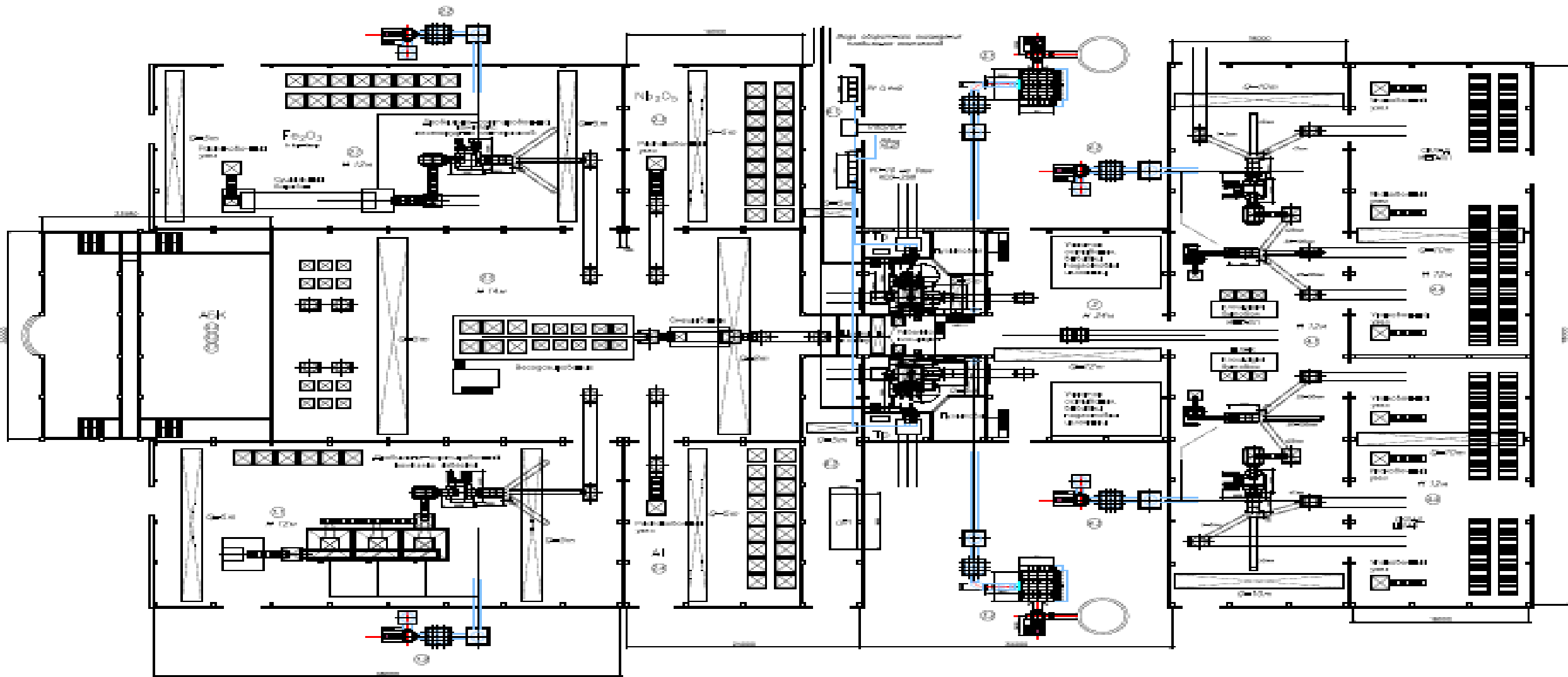
Основные переделы – выделение V и Ni из золы, переработка их до массовых товарных продуктов – оксидов, ферросплавов, должны быть реализованы на одном предприятии по комбинированной технологии.

Схема отмывки замасленной окалины с передачей брикетов в доменную печь



Очистка стружки и лома металлов, загрязненных нефтепродуктами





Компоновочный план завода по переработке техногенного сырья

Фосфогипс

По данным Гиредмета, Унипромеди и ИМЕТ УрО РАН содержание суммы РЗМ в фосфогипсе составляет 0,5-0,6%, т.е. в 3,5 раз больше, чем в рудах. При этом высоко содержание наиболее ценной иттриевой группы. Показано, что кислотным выщелачиванием может быть извлечено до 90% РЗМ.

Ориентировочный состав концентрата (%):

1,5-2,0 Y;

30-35 Ce;

20-25 La;

10-12 Nd;

2,5-3,0 Pr;

1-1,5 Sm;

0,3-0,4 Gd;

2-2,5 сумма остальных в РЗ.

Металлургическое оборудование

В отношении многих видов металлургического оборудования для черной и цветной металлургии в Российской Федерации наблюдается нехватка производственных компетенций и дефицит в части поставок оборудования в целях поддержания текущих мощностей и будущей модернизации производства.

В связи с этим необходимо:

- разработать программу развития российского инжиниринга и металлургического машиностроения;
- развивать деятельность инжиниринговых структур в таких организациях с государственным участием, как федеральное государственное унитарное предприятие "ЦНИИчермет им. И.П. Бардина" и акционерное общество "Тяжпромэкспорт";
- расширять производственные мощности российских машиностроительных предприятий отрасли тяжелого машиностроения, производящих металлургическое оборудование.

Азотистые стали

Принимая во внимание решения руководства страны по активизации программы импортозамещения, развитию новых технологий и созданию новых материалов, необходимо в кратчайшие сроки приступить к организации промышленного производства высокоазотистых сталей, которые значительно превосходят существующие конвенциональные аналоги по прочности, вязкости, немагнитности, холодостойкости, коррозионной стойкости, радиационной стойкости и по ряду других параметров.

Согласно резолютивной части Протокола Минпромторга РФ № 63-ЕВ/17 от 25 ноября 2021 года оказать ООО «Пульсар», владеющему технологиями промышленного производства высокоазотистых сталей, максимальное содействие в реализации проекта на одном из профильных металлургических предприятий РФ, ориентированном на производство специальных сталей, используемых в ОПК, энергетике, в том числе ядерной, машиностроении, в нефте- и газодобывающей отраслях.

Л. И. Леонтьев

**О ФОРМАХ И МЕТОДАХ СТИМУЛИРОВАНИЯ
ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

Москва 2023

Благодарю за внимание!