

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И СЕРТИФИКАЦИИ
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ «ВИМС»



Научный совет по методам
технологических исследований

Методические рекомендации № 134

**КАЛЬЦИЙ-ХЛОРИДНЫЙ СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ
КАРБОНАТНОГО МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ**

Москва, 2019 г.

РАЗРАБОТАНЫ: Федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского» (ФГБУ «ВИМС»)

СОСТАВИТЕЛИ: Лихникевич Е.Г., Ожогина Е.Г., Соколова В.Н., Лосев Ю.Н., Безносков В.Г.

РАССМОТРЕНЫ И ПРЕДСТАВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ: Научным советом по методам технологических исследований (НСОМТИ), протокол № 5 от 15 ноября 2019 г.

Председатель НСОМТИ  Курков А.В.

Ученый секретарь НСОМТИ  Соколова В.Н.

УТВЕРЖДЕНЫ: Федеральным научно-методическим центром лабораторных исследований и сертификации минерального сырья «ВИМС» (ФНМЦ)

Руководитель ФНМЦ «ВИМС»:  Рогожин А.А.



СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	5
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ МИНЕРАЛОВ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАРБОНАТНЫХ МАРГАНЦЕВЫХ РУД РОССИИ.....	5
3. СУЩНОСТЬ СПОСОБА.....	6
3.1. Кальций-хлоридный способ вскрытия карбонатных марганцевых руд.....	6
3.2. Получение высококачественного марганцевого концентрата из кальций-хлоридного раствора.....	6
3.3. Получение алюмотермического марганца из ВМК.....	6
4. АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ, НЕОБХОДИМЫЕ РЕАГЕНТЫ.....	7
5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	10
5.1. Подготовка проб к исследованиям.....	10
5.2. Порядок выполнения исследований.....	10
5.2.1. Автоклавное выщелачивание.....	10
5.2.2. Осаждение высококачественного марганцевого концентрата из кальций-хлоридного раствора.....	11
5.2.3. Выплавка алюмотермического марганца.....	11
5.3. Анализ полученных результатов и оценка их воспроизводимости.....	11
5.4. Оформление результатов исследований.....	12
6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.....	12
7. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЛЬЦИЙ-ХЛОРИДНОГО СПОСОБА ПЕРЕРАБОТКИ КАРБОНАТНОГО МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ.....	14
7.1. Методика расчета основных показателей эффективности.....	14
7.2. Описание методологии расчета инвестиционных и эксплуатационных затрат.....	15
ЛИТЕРАТУРА.....	18
Приложение 1 Результаты выщелачивания продукта (руда, концентрат обогащения).....	19
Приложение 2 Результаты алюмотермической выплавки металлического марганца.....	19
Приложение 3 Технологические исследования по использованию кальций-хлоридного способа для переработки карбонатных марганцевых руд.....	20
Приложение 4 Техничко-экономическая оценка получения алюмотермического марганца (на примере карбонатных руд Усинского месторождения).....	25

ВВЕДЕНИЕ

Отсутствие в стране значительного количества высококачественных марганцевых руд вынуждает связывать основные перспективы развития собственной марганцеворудной базы с созданием новых высокоэффективных и совершенствованием имеющихся технологических схем переработки низкокачественных карбонатных и смешанных марганцевых руд.

Перспективной технологией извлечения марганца из карбонатных марганцевых руд является автоклавный кальций-хлоридный способ, показавший возможность получения высококачественного марганцевого концентрата (ВМК) с оборотом вскрывающего реагента (хлорида кальция).

Существующие и прогнозируемые мощности России по производству ферросплавов марганца приводят к тенденции получения металлического марганца из ВМК, одним из способов получения которого является алюмотермический, отличающийся простотой исполнения и не требующий сложного оборудования, обеспечивающий получение алюмотермического марганца с высоким извлечением марганца.

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящие методические рекомендации предназначены для работников предприятий и организаций, осуществляющих свою деятельность в сфере недропользования, независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности. Методические рекомендации направлены на обеспечение пользователей информацией по технологии переработки низкокачественных карбонатных марганцевых руд, необходимой им для проведения лабораторных и укрупненно-лабораторных исследований, для выбора эффективных методов гидрометаллургической и пирометаллургической переработки марганцевых руд и концентратов их обогащения, с целью принятия решений о продолжении или прекращении геологоразведочных работ.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ МИНЕРАЛОВ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАРБОНАТНЫХ МАРГАНЦЕВЫХ РУД РОССИИ

Главные минералы карбонатных марганцевых руд — родохрозит, манганокальцит, марганцовистый кальцит, олигонит-кутнагорит. Свойства главных минералов приведены в таблице 1. Основные месторождения карбонатных марганцевых руд приведены в таблице 2 [1].

Таблица 1

Главные минералы карбонатных марганцевых руд

Минерал	Формула	Содержание Mn в минерале, %	Плотность, г/см ³	Растворимость
Родохрозит	MnCO ₃	40–45	3,1–3,8	Легко растворяются в кислотах
Манганокальцит	(Mn,Ca,Mg,Fe)(CO ₃)	20–25	2,6–2,8	
Марганцовистый кальцит	(Ca, Mn)(CO ₃)	7–25	2,3–2,7	
Олигонит-кутнагорит	(Mn,Fe)(CO ₃)	23-32	3,9	

Таблица 2

Основные месторождения с балансовыми запасами карбонатных марганцевых руд

Месторождение	Минеральный состав руд		Содержание Mn, %	Попутные компоненты
	Рудные минералы	Породообразующие минералы		
Усинское	Родохрозит, манганокальцит, марганцовистый кальцит	Кальцит, кварц, тальк, пирротин, стильномелан	19,6	P, Fe, Si
Порожинское	Родохрозит, манганокальцит, марганцовистый кальцит	Доломит, монтмориллонит, каолинит, кварц, гидрослюда	18,2	P, Fe, Si
Марганцеворудный Северо-Уральский бассейн (Тыньинское; Ивдельское, Новоберезовское и др.)	Родохрозит, манганокальцит, олигонит-кутнагорит	Кварц, опал, монтмориллонит, глауконит, пирит, магнетит	15,0–25,0	P, Fe, Si

3. СУЩНОСТЬ СПОСОБА

3.1. Кальций-хлоридный способ вскрытия карбонатных марганцевых руд

Метод основан на взаимодействии карбонатных марганцевых руд с концентрированными растворами хлорида кальция, при котором марганец переходит в раствор по реакции (1) [2, 3]:



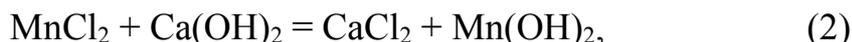
Скорость взаимодействия зависит от вещественного состава перерабатываемых руд или концентратов их обогащения, тонины помола (крупности), концентрации и расхода хлорида кальция, температуры и продолжительности процесса. Условия вскрытия подбираются экспериментальным путем.

Скорость разложения снижается из-за высокого содержания глинистых минералов (монтмориллонит, каолинит, иллит и др.), обволакивающих зерна марганецсодержащих минералов (родохрозит, оксиды и гидроксиды марганца и др.), препятствующих повышению степени извлечения марганца в раствор, а также наличия в составе перерабатываемых руд трудновскрываемых растворами хлорида кальция минералов (манганокальцит, родонит).

Проведение процесса в условиях автоклавного выщелачивания обеспечивает селекцию марганца от железа, фосфора и кремния, концентрирующихся в нерастворимом остатке (кеке) от вскрытия.

3.2. Получение высококачественного марганцевого концентрата из кальций-хлоридного раствора

Осаждение гидроксида марганца из раствора от вскрытия проводят известковым молоком по реакции (2):



что обеспечивает возможность оборота раствора хлорида кальция после выделения гидроксида марганца.

Регулируемыми факторами при осаждении гидроксида марганца являются: pH пульпы, ее температура, концентрация/расход известкового молока, продолжительность осаждения.

Выпавший осадок отфильтровывают, промывают водой, сушат и прокаливают с получением ВМК.

Фильтрат после осаждения известковым молоком представляет собой раствор хлорида кальция. Для использования фильтрата в качестве оборотного, раствор доукрепляют хлоридом кальция до необходимой концентрации (C_{CaCl_2} — 555 г/л).

3.3. Получение алюмотермического марганца из ВМК

Получение алюмотермического марганца осуществляют плавкой шихты, состоявшей из ВМК, порошка алюминия и извести внепечным способом.

С целью уменьшения тепла и снижению удельного расхода алюминия (по реакции 3), концентрат предварительно обжигают для перевода MnO_2 в низшие оксиды (главным образом Mn_3O_4):



Энтальпия реакции составляет:

$$\Delta H^\circ_{298} = -1745 \text{ кДж (581,8 кДж/атом Mn, или 581,8 кДж/моль } O_2)$$

В случае восстановления марганца из Mn_3O_4 алюминием по реакции (4):



энтальпия реакции составляет:

$$\Delta H^\circ_{298} = -2356,2 \text{ кДж (261,8 кДж/атом Mn, или 392,7 кДж/моль } O_2)$$

При восстановлении марганца из MnO_2 алюминием удельный тепловой эффект процесса достигает:

$$q(MnO_2) = \frac{1745}{369} = 4,730 \text{ кДж/кг шихты,}$$

а из Mn_3O_4 — снижается:

$$q(Mn_3O_4) = \frac{2356,2}{903} = 2,609 \text{ кДж/кг шихты}$$

Для самопроизвольного протекания алюминиотермического процесса удельная теплота процесса должна составлять не ниже 550 кал/г шихты (или 2,299 кДж/кг шихты). Удельная теплота процесса и соответствующая ей температура расплава T_p (при тепловых потерях равных 15 %) для восстановления различных оксидов марганца алюминием представлены в таблице 3.

Таблица 3

Термодинамические характеристики оксидов марганца

Оксиды	MnO_2	Mn_2O_3	Mn_3O_4	MnO
δ , кДж/г-атом	138	102,5	88	65
T_p , К	3370	2480	2100	1530

4. АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ, НЕОБХОДИМЫЕ РЕАГЕНТЫ

В лабораторных условиях процессы выщелачивания проводят в автоклавах. Автоклав — это герметичный сосуд с крышкой (капсула), снабженный нагревательным элементом, запорным устройством крышки, предохранительным клапаном, специальным вентилем, предназначенным для стабилизации внутреннего давления, контрольными и измерительными приборами, устройством для перемешивания.

Примерами современного автоклавного лабораторного оборудования являются автоклавы серии TOP 60-120, приведенные на рисунке 1. Основные технические характеристики представлены в таблице 4.

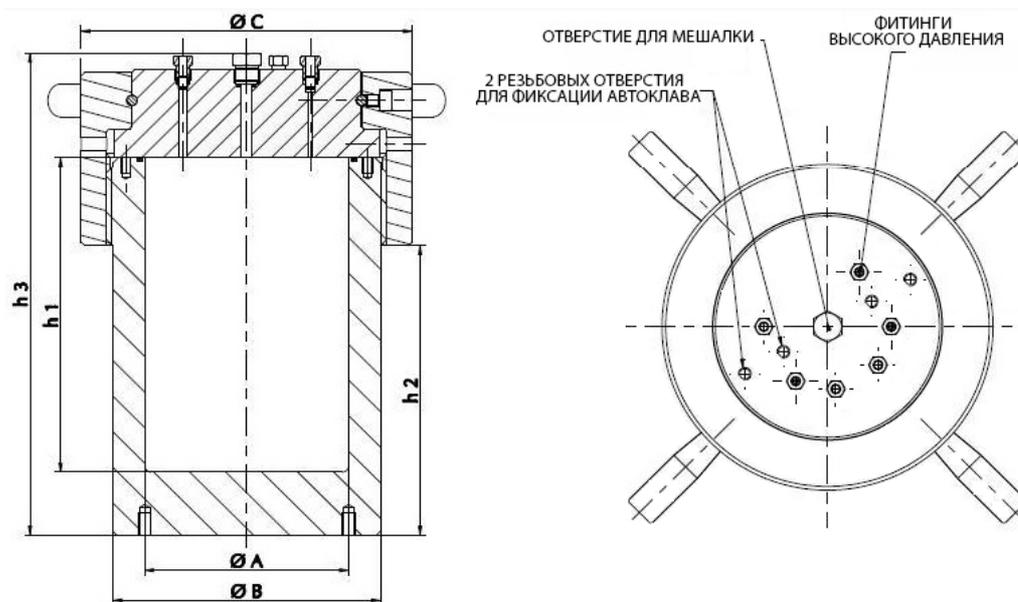


Рисунок 1. Схема лабораторного автоклава

Таблица 4

Технические характеристики лабораторного автоклава

Наименование	Емкость, дм ³	Температура, °С	Давление, бар
Автоклавы серии TOP 60-120	0,013–10,0	250	250

Для выщелачивания используют концентрированные растворы хлорида кальция. При этом для приготовления раствора необходимой концентрации навеску реактива (m) рассчитывают по формуле:

$$m = V_p \times C_{p-p} ,$$

где: V_p — объем выщелачивающего раствора, дм³;

C_{p-p} — концентрация выщелачивающего раствора, г/дм³.

Для получения раствора заданной концентрации рассчитанный объем раствора хлорида кальция доводят до 1 дм³ дистиллированной водой.

Для осаждения ВМК из раствора рассчитывается концентрация известкового молока и его стехиометрическое отношение по марганцу, а затем берется с небольшим избытком для более полного осаждения ВМК.

В лабораторных условиях процессы осаждения осуществляют в стеклянных стаканах различного объема (ГОСТ 23932).

После осаждения ВМК и его фильтрации марганцевый осадок подвергается сушке при температуре 105°С, а затем прокаливанию при температуре 500°С в течение 2-х часов.

При прокалке происходит разложение гидратов с фазовым переходом в оксиды марганца, выход осадка уменьшается и повышается содержание марганца.

Для сушки и прокалки в лабораторных условиях используют сушильные шкафы и муфельные печи (ГОСТ 31828-2012).

Основным оборудованием при выплавке металлического марганца является:

- блок подготовки сырья;
- узел смешения шихты;
- плавильная камера (горн).

На рисунке 2 представлена принципиальная схема цепи аппаратов процесса выплавки металлического марганца алюмотермическим методом.

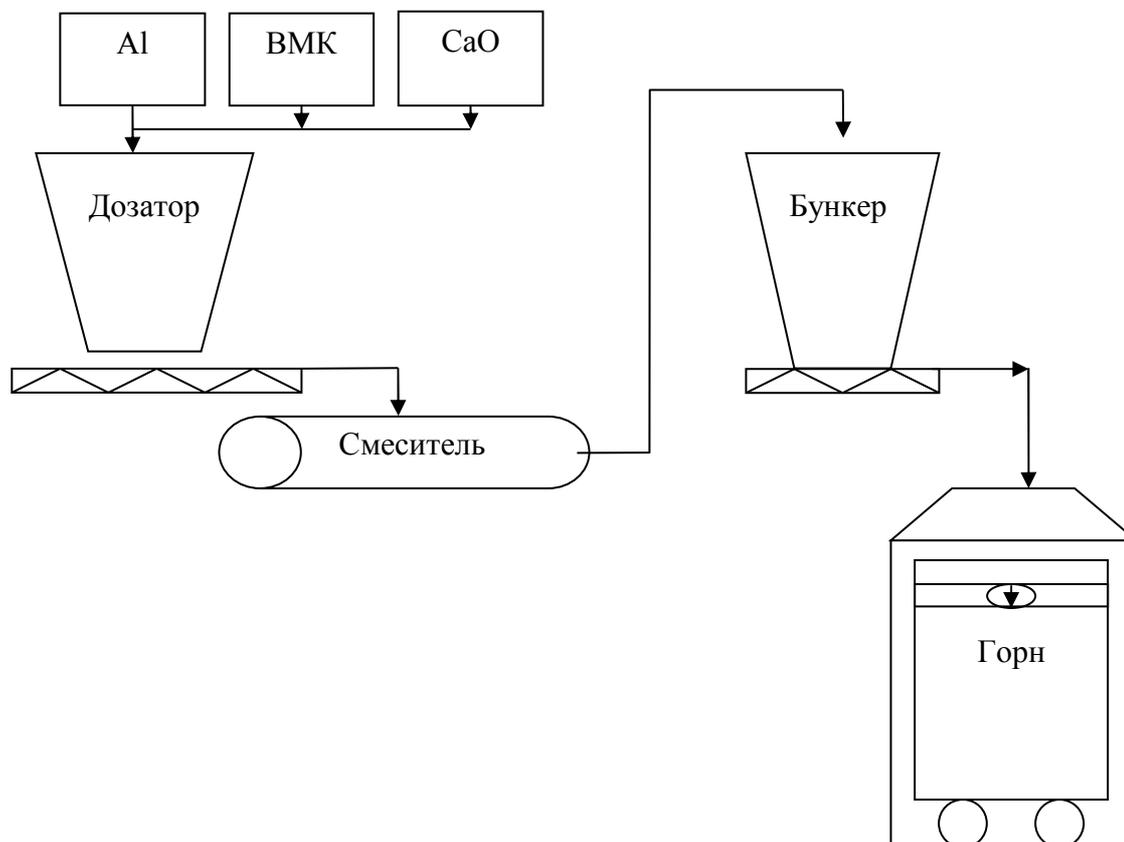


Рисунок 2. Принципиальная схема цепи аппаратов процесса выплавки металлического марганца алюмотермическим методом

В блок подготовки сырья входят: бункер хранения, дробилки, дисковый измельчитель. Узел смешения шихты имеет три бункера со шнековыми питателями от них, мерник с весами, реверсивный барабанный смеситель, систему вентиляции и пульт управления. Плавильная камера представляет узел, предназначенный для выплавки ферросплавов и лигатур внепечным алюмотермическим способом с плавкой на блок или выпуском металла и шлака в приемные изложницы. Камера имеет два приемных бункера, предназначенных для загрузки шихты, соединенных между собой шнеками, которые позволяют регулировать скорость подачи шихты в горн. Камера снабжена вытяжной вентиляцией для удаления пыли и газов во время плавки. В камере установлен плавильный ковш (горн), футерованный огнеупорным кирпичом.

5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

5.1. Подготовка проб к исследованиям

Объектами исследования являются технологические пробы (исходная руда, концентраты обогащения), переданные заказчиком на исследование. Заказчик отвечает за их представительность.

Обязательным условием проведения технологических испытаний данной пробы является наличие акта отбора и паспорта пробы.

Масса технологической пробы должна быть достаточной для проведения исследований в полном объеме:

- для лабораторно технологических проб — 0,1–5 кг;
- для укрупненно – лабораторных — 10–100 кг;

Технологические лабораторные пробы предназначены для изучения вещественного состава и технологических свойств руды или концентрата обогащения. Укрупненно-лабораторные пробы — для разработки и испытания технологической схемы пиро-гидрометаллургической переработки.

Не допускается переизмельчение материала технологической пробы. Крупность материала должна быть –0,074 — –0,125 мм.

5.2. Порядок выполнения исследований

5.2.1. Автоклавное выщелачивание

Для проведения процесса выщелачивания отбирают необходимую навеску пробы (при лабораторных исследованиях навеска для автоклавного выщелачивания не менее 10–20 г).

При выщелачивании навеску исходного материала и раствор помещают в автоклавы. При автоклавном выщелачивании до 220°C рекомендуется использовать автоклав с фторопластовыми вкладышами.

По завершению опыта проводят фильтрацию на воронке Бюхнера (автоклавы охлаждают под струей проточной воды в течение 3–5 мин и вскрывают). Остатки промывают водой, иногда спиртом, либо слабыми растворами кислот или щелочей (во избежание гидролиза и других побочных явлений). Осадки высушивают до постоянной массы при температуре 95–100°C, от высушенных осадков и фильтратов отбирают среднюю пробу для анализа на содержание основного (Mn) и примесных (Ca, Fe, P, S) компонентов. Анализ продуктов проводят по аттестованным методикам, обеспечивающим точность не ниже III категории (максимальное среднеквадратичное отклонение не более $\pm 30\%$).

Полученные опытным путем результаты, характеризующие продукты выщелачивания: массу, состав нерастворимого осадка, объем и состав фильтрата, используют для расчета технологических показателей (Приложения 1, 3).

5.2.2. Осаждение высококачественного марганцевого концентрата из кальций-хлоридного раствора

Осаждение ВМК проводится в следующей последовательности.

В предварительно нагретый марганецсодержащий раствор до температуры 50°C добавляется известковое молоко с концентрацией СаО в количестве, превышающем стехиометрическое в 1,1 раза.

Полученная пульпа в течение 2-х часов перемешивается при 50°C.

После осаждения ВМК и его фильтрации марганцевый осадок подвергается сушке при температуре 105°C, а затем прокаливанию при температуре 500°C в течение 2-х часов.

Полученные опытным путем результаты, характеризующие получение ВМК: массу и состав осадка, объем и состав фильтрата, массу и влажность ВМК, используют для расчета технологических показателей (Приложения 1, 2).

5.2.3. Выплавка алюмотермического марганца

Полученный ВМК смешивают с алюминием и известью в рассчитанных пропорциях, которые обеспечивают самопроизвольное протекание алюмотермического процесса (удельная теплота процесса должна составлять не ниже 550 кал/г шихты (или 2,299 кДж/кг шихты)). Часть шихты засыпается в плавильный горн и поджигается с помощью запальной смеси. Затем по мере проплавления на зеркало расплава подается отвальная часть шихты. После проплавления всей шихты ковш с расплавом выкатывают из запальной камеры и дают остыть, затем горн разбирают и металл отделяют от шлака. Полученные опытным путем результаты, характеризующие продукты плавки: массу и состав, используют для расчета технологических показателей (Приложение 2).

5.3. Анализ полученных результатов и оценка их воспроизводимости

Критерием эффективности гидрометаллургической переработки карбонатных марганцевых руд является степень извлечения марганца в раствор.

Извлечение компонента в раствор рассчитывается по формулам:

$$E = (1 - (P \times C) / (P_0 \times C_0)) \times 100, (\%)$$

$$E = \frac{V \times C_p}{C_0 \times P_0} \times 100, (\%),$$

где: C_0 — содержание извлекаемого компонента в исходной навеске, %;

C — содержание извлекаемого компонента в нерастворимом остатке, %;

P_0 — масса исходной навески, г;

P — масса нерастворимого остатка, г;

$(P/P_0) \times 100$ — выход твердого остатка в результате выщелачивания, %;

V — объем фильтрата, дм³;

C_p — содержание извлекаемого компонента в фильтрате, г/дм³.

Полученные результаты по гидрометаллургическому переделу оценивают на основании технологического баланса. Для этого определяют

извлечение в раствор ценных и вредных компонентов (Ca, P, Fe, S) по кеку (1) и раствору (2).

Критерием эффективности плавки является степень извлечения марганца и других компонентов шихту и в металл.

Извлечение извлекаемого компонента в металл рассчитывается по формуле:

$$E = (P \times C) / (P_0 \times C_0) \times 100, (\%),$$

где: C_0 — содержание извлекаемого компонента в исходной навеске, %;

C — содержание извлекаемого компонента в металле, %;

P_0 — масса исходной навески, г;

P — масса металла, г.

Результаты плавки оценивают на основании технологического баланса. Для этого определяют извлечение ценных и вредных компонентов в металл и шлак, а также выход металла.

5.4. Оформление результатов исследований

При проведении гидromеталлургических исследований контролируют следующие параметры процесса и характеристики продуктов: тонину помола, температуру, давление, продолжительность выщелачивания, плотность пульпы (Т:Ж), расход и концентрацию реагента (CaCl_2 , CaO), массу нерастворимого остатка (кека), содержание основного и примесных компонентов в нерастворимом остатке, объем и состав фильтрата.

При проведении исследований по выплавке алюмотермического марганца контролируют следующие параметры процесса и характеристики продуктов: время опыта, масса полученных продуктов, химический состав полученных продуктов.

Полученные опытным путем результаты и на их основании рассчитанные технологические показатели представляют в виде табличного материала (Приложение 1). По этим данным строят графики зависимости извлечения компонента от определяющих параметров процесса (Приложение 3).

6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

В целях безопасной эксплуатации лабораторных автоклавов они должны быть установлены в специальном помещении, автоклавной, со свободной циркуляцией воздуха, отоплением, водопроводом и канализацией.

Помещения автоклавной должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения в соответствии с действующими «Правилами пожарной безопасности при эксплуатации предприятий химической промышленности» и, как правило, оборудованы средствами автоматической пожарной сигнализации (датчиками, извещателями).

В помещении автоклавной запрещается загромождать проходы, а также хранить какие-либо материалы, предметы и проводить работы, не связанные с эксплуатацией или ремонтом автоклава.

К обслуживанию автоклава могут быть допущены лица, достигшие 18 лет, прошедшие специальный инструктаж по эксплуатации и обслуживанию автоклавов.

Установка автоклава должна обеспечить возможность осмотра, ремонта, очистки как с внутренней стороны, так и с наружной.

Процесс разгерметизации автоклава осуществлять только в охлажденном виде, убедившись, что давления в автоклаве нет.

Персонал, обслуживающий автоклавы, должен вести рабочий журнал, в котором записываются дата, время, условия опыта.

При выполнении технологических работ по комплексу оборудования для выплавки металлического марганца необходимо учитывать требования «Единых правил безопасности при дроблении, сортировке и окусковании руд и концентратов» ПБ 03-571-03.

Каждая единица оборудования, входящая в комплекс, должна эксплуатироваться при строгом соблюдении мер безопасности, предусмотренной в эксплуатационной документации на данное оборудование.

Электрооборудование комплекса выполняется в обычном исполнении, имеет класс защиты 01 по ГОСТ 12.2.007-75 и должно соответствовать «Правилам устройства электроустановок» (ПЭУ). Оборудование, площадки и пульты управления должны быть подключены к контуру заземления, соответствующего требованиям ГОСТ 12.2.007-75. Схема управления комплексом должна обеспечивать защиту электродвигателей от перегрузок и коротких замыканий, иметь световую и звуковую сигнализацию, свидетельствующую о подключении электрооборудования, иметь систему аварийной остановки.

Пожароопасность технологического процесса соответствует требованиям ГОСТ 12.1.041-83, ГОСТ 12.1.004-76, ГОСТ 12.1.010-76.

Конструкция основного оборудования комплекса для выплавки металлического марганца соответствует требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.003-74. Привод и вращающиеся части установок имеют легкоъемные ограждения и предупреждающую сигнальную окраску в соответствии с ГОСТ 12.4.026-76.

Уровень шума и вибраций оборудования комплекса не превышает 90 дБ. Все технологические процессы и параметры, изложенные в данном технологическом регламенте, разработаны на основе теоретических исследований, опытно-промышленных экспериментов и предварительных испытаний, что гарантирует выпуск продукции требуемого качества и безопасность работ.

В процессе плавки должна соблюдаться строгая технологическая последовательность, а также использоваться специальные средства защиты (щипцы, вачеги, защитные очки со специально окрашенным стеклом и спецодежда).

Персонал, обслуживающий электропечь, должен вести рабочий журнал, в котором записываются дата, время, условия опыта.

Разделка проб, квартование и истирание проводятся в боксах с вытяжными устройствами.

7. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЛЬЦИЙ-ХЛОРИДНОГО СПОСОБА ПЕРЕРАБОТКИ КАРБОНАТНОГО МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

7.1. Методика расчета основных показателей эффективности

Технико-экономическая оценка производится с использованием следующих методических указаний и рекомендаций [4, 5, 6]:

1. Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев). Утверждены распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р.

2. Методические рекомендации по расчету экономической эффективности инвестиционных проектов. Утверждено Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ, Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике 21.06.1999 N BK477.

3. Классификация основных средств, включаемых в амортизационные группы. Постановление Правительства РФ от 01.01.2002 № 1 (ред. от 28.04.2018).

В расчетах используются такие понятия, как:

- ставка (норма) дисконтирования;
- ДП — денежный поток или Cash Flow (CF);
- ЧДД — чистый дисконтированный доход или чистая современная стоимость, Net Present Value (NPV);
- ИД — индекс доходности или Profitability Index (PI);
- ВНД — внутренняя норма доходности или внутренняя норма прибыли, Internal Rate of Return (IRR).

Денежный поток — это движение наличных средств, будущих денежных поступлений (приток) и расходов (отток) при строительстве и эксплуатации предприятия, иллюстрирующее финансовые результаты от возможной реализации проекта.

При расчете денежного потока приведение разновременных затрат и доходов к начальному периоду оценки осуществляется с использованием процедуры дисконтирования.

Коэффициент дисконтирования q_t определяется по формуле:

$$q_t = \frac{1}{(1+E)^t},$$

где: E — ставка дисконтирования, доли ед.;

t — номер расчетного года.

В соответствии с п. 45 «Методических рекомендаций по технико-экономическому обоснованию кондиций...» при отсутствии документального обоснования ставки дисконтирования обычно принимаются равными 10 и 15 %.

Чистый дисконтированный доход для постоянной нормы дисконтирования вычисляется как сумма приведенных к начальному этапу оценки всех доходов за весь расчетный период. Величина ЧДД рассчитывается по формуле:

$$\text{ЧДД (NPV)} = \sum_{t=0}^T (C_t - Z_n + A_t) \frac{1}{(1+E)^t} - \sum_{t=0}^T \left(K_t \frac{1}{(1+E)^t} \right),$$

где: C_t — стоимость реализованной продукции (выручка предприятия) в t -м году;

$Z_n = Z_t + H_\phi + H_n$ — полные затраты, производимые в t -м году;

A_t — амортизационные отчисления, производимые в t -м году;

T — расчетный период (в общем случае от начала строительства до ликвидации предприятия);

K_t — капитальные вложения в t -м году;

H_n — налог на прибыль;

H_ϕ — налоги, погашаемые из валовой прибыли (налог на имущество).

Если величина чистого дисконтированного дохода положительная, проект признается экономически эффективным.

Индекс доходности представляет собой отношение суммы приведенных доходов ($C_t - Z_n + A_t$) к величине приведенных капиталовложений, формула:

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=0}^T (C_t - Z_n + A_t) \frac{1}{(1+E)^t}}{\sum_{t=0}^T K_t \frac{1}{(1+E)^t}}$$

В экономически эффективных проектах величина ИД больше единицы.

Внутренняя норма доходности представляет собой ту норму дисконтирования, при которой величина приведенных доходов равна приведенным капиталовложениям. В случае, если ВНД больше величины нормы дисконтирования, инвестиционный проект имеет запас прочности при его реализации.

Срок окупаемости капиталовложений — минимальный период времени от начала реализации проекта, за пределами которого величина накопленного (кумулятивного) денежного потока становится положительной. При оценке проекта используется два срока окупаемости — с использованием процедуры дисконтирования и без нее.

7.2. Описание методологии расчета инвестиционных и эксплуатационных затрат

Расчет капитальных и эксплуатационных затрат

Базой для расчета первоначальных капитальных и эксплуатационных затрат является исходная информация, полученная в результате технологических исследований проб по оцениваемому объекту. Такой информацией является:

– технологическая схема переработки руд с описанием технологических процессов;

– наименование выпускаемых товарных продуктов с указанием ГОСТа, ОСТа, ТУ;

– технологические показатели: выход концентратов, и продуктов, технологическое извлечение по переделам и сквозное, содержание полезных и вредных компонентов в товарных продуктах;

– возможная годовая мощность по руде;

– режим работы рудо-перерабатывающего комплекса;

– перечень технологического оборудования, необходимого для организации производства с указанием технических характеристик на указанную производственную мощность;

– нормы обслуживания технологического оборудования и явочное количество работников, задействованных в производственном процессе с указанием квалификации и типа выполняемых работ, для выполнения годовой производственной мощности;

– расход основных материалов и реагентов с разбивкой по переделам;

– расход энергетических ресурсов с разбивкой по переделам (электроэнергии, технологической воды, тепла, газа, пара и пр.).

Исходя из конъюнктуры рынка товарных продуктов, а также данных по запасам руды и содержанию полезных компонентов в товарных продуктах уточняется годовая производственная мощность.

Расчетный период принимается 20 лет, или на срок обеспеченности запасами при их отработке за меньший срок.

Прямым способом рассчитываются объемы инвестиций в основное производственное оборудование. Статьи инвестиционных затрат, которые на текущем этапе укрупненной оценки не могут быть определены прямым счетом, рассчитываются по укрупненным показателям на основании объектов-аналогов с учетом намечаемой производительности по добыче и переработке с применением поправочных коэффициентов-дефляторов на дату проведения оценки и в пересчете на изменение производственной мощности оцениваемого объекта в сравнении с выбранным объектом-аналогом.

Расчет эксплуатационных затрат

Амортизация рассчитывается линейным способом на основе норм амортизационных отчислений, установленных в РФ.

Расчет основных затрат на материалы и реагенты, заработной плате, затрат на топливо, электроэнергию и воду, налоговые отчисления осуществляется прямым счетом. На основании объектов-аналогов производится укрупненная оценка ряда прочих статей затрат: стоимость руды (включает добычу руды, ГКР, вскрышу), транспортно-заготовительные работы, общепроизводственные, общехозяйственные и коммерческие расходы.

Расчет фонда оплаты труда персонала выполняется на основе данных Росстата о среднемесячной заработной плате по субъектам Российской Федерации и о среднемесячной заработной плате по видам экономической деятельности за период 12 месяцев на дату оценки.

Налоговые отчисления и плата за выбросы загрязняющих веществ:

– Налоговые отчисления по налогу на прибыль рассчитываются в соответствии с Главой 25 части 2 НК РФ.

– Ставки страховых взносов рассчитываются в соответствии с Главой 34 НК РФ.

– Страховые тарифы на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний принимаются согласно закона от 22.12.2005 № 179-ФЗ.

– Расчет налога на имущество производится в соответствии с Гл. 30 НК РФ (в ред. 202-ФЗ от 29.11.2012). Ставка налога составляет 2,2 % от остаточной стоимости основных фондов предприятия.

– Размер отчислений по налогу на добычу полезных ископаемых определяется согласно статье 342 НК РФ.

– Плата за выбросы загрязняющих веществ и размещение отходов производства оценивается в размере 0,5–1 % от затрат на добычу и переработку руды.

– Прочие налоги и платежи оцениваются в размере 1–2 % от стоимости товарной продукции.

На основании выполненных расчетов производится оценка экономической эффективности оцениваемого объекта (Приложение 4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Тигунов Л.П., Смирнов Л.А., Менаджиева Р.А. Марганец: геология, производство, использование. Екатеринбург, Издательство АМБ, 2006. С. 183.
2. Толстогузов Н.В., Селиванов И.А., Прошунин И.Е. Влияние параметров обработки на извлечение и качество кальций-хлоридного концентрата из Усинской карбонатной руды / Теория и практика металлургии марганца. М.: Наука, 1990. С. 106–111.
3. Чернобровин В.П., Мизин В.Г., Сиринов Т.П., Дашевский В.Я. Комплексная переработка карбонатного марганцевого сырья: химия и технология. Челябинск, Издательский центр ЮУрГУ, 2009. С. 130–141.
4. Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев). Утверждены распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р.
5. Методические рекомендации по расчету экономической эффективности инвестиционных проектов. Утверждено Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ, Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике 21.06.1999 N ВК477.
6. Классификация основных средств, включаемых в амортизационные группы. Постановление Правительства РФ от 01.01.2002 № 1 (ред. от 28.04.2018).

Приложение 1

Результаты выщелачивания продукта (руда, концентрат обогащения) (в зависимости от фактора)

№№ пп	Навеска, г	Условия выщелачивания				Получено кека, г	Объем основного фильтрата, см ³	Объем промвод, см ³	Содержание Mn в кеке, %	Содержание Mn в фильтрате + промвод, %	Извлечение Mn (по кеку) в раствор, E, %	Извлечение Mn в раствор по анализу фильтрата с промводами, %
		Конц. CaCl ₂ С _{р-р} , г/дм ³	Т:Ж t, °C	τ, час	Крупность материала пробы, мм							
1												
2												
3												

Приложение 2

Результаты алюмотермической выплавки металлического марганца

№ плавки	Состав металла, %					Масса металла, г	Масса шлака, г	Извлечение, %					
	Mn	Si	S	P				Mn	Si	S	P		
1													
2													
3													

Приложение 3

Технологические исследования по использованию кальций-хлоридного способа для переработки карбонатных марганцевых руд

Проведены исследования по использованию кальций-хлоридного способа для извлечения марганца из карбонатных руд Порожинского, Усинского и Тыньинского месторождений. Минеральный и химический составы проб приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Минеральный состав исходных проб

Минерал	Теоретическая формула	Содержание в пробе, масс%		
		Тыньинское	Порожинское	Усинское
Родохрозит I	$MnCO_3$	27	27	29
Родохрозит II	$(Mn,Fe)CO_3$	24	25	—
Манганокальцит	$(Mn,Ca,Mg,Fe)(CO_3)$	—	—	23
Анкерит	$Ca(Mg,Fe)(CO_3)_2$	3	—	20
Альбит	$NaAlSi_3O_8$	8	—	—
Доломит	$CaMg(CO_3)_2$	—	11	—
Клинохлор	$(Mg,Fe)_6(Si,Al)_4O_{10}(OH)_8$	2	2	9
Кварц	SiO_2	10	7,5	11,5
Карбонатизированный фторапатит	$Ca_5(PO_4)_3(F,CO_3,OH)$	2	1	—
Гидрослюда	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	5	3	—
Стильпномелан	$Ca_4Fe_{47}Si_{72}O_{180}(OH)_{36} \times 12H_2O$	—	—	5
Монтмориллонит	$Ca_{0,2}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2 \times n(H_2O)$	5	—	—
Опал кристобалит-тридимитовый	SiO_2	10	—	—
Каолинит	$Al_2Si_2O_5(OH)_2$	—	19	2
Гетит	$FeOOH$	—	4	—
Гипс	$CaSO_4 \times 2H_2O$	0,5	—	—
Пирит	FeS_2	0,5	—	0,5
Сумма кристаллических фаз		97,0	99,5	100

*Примечание: анализ выполнен методом РКФА; «—» — не обнаружено

Таблица 2

Химический состав исходных проб, %

Месторождение	MnO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅
Тыньинское	27,68	29,24	4,00	6,11	5,16	2,48	0,83
Порожинское	30,69	14,67	8,04	10,54	3,96	2,40	0,64
Усинское	32,15	14,95	1,02	3,91	16,57	2,99	0,30

При проведении эксперимента в условиях автоклавного выщелачивания варьировали концентрацию хлорида кальция (195–555 г/л), температуру (160–220°C) и продолжительность (1–5 ч) процесса

выщелачивания (рисунки 1–3). Установлено, что существенное влияние на извлечение марганца оказывают все исследованные факторы: концентрация хлорида кальция, температура, продолжительность выщелачивания. При одинаковых технологических параметрах (концентрация хлорида кальция — 555 г/л; температура выщелачивания — 210–220°C; время выщелачивания — 5 ч; тонина помола — 0,125 мм) извлечение марганца в раствор составляет 90,9 % для руд Тыньинского месторождения; 85 % для руд Порожинского месторождения и 78 % для руд Усинского месторождения.

Более низкое извлечение марганца в раствор при переработке руд Усинского месторождения связано с наличием в них карбонатов марганца дискретного изоморфного ряда и манганокальцита (23 %). Как следует из данных минерального состава кеков от вскрытия исходных проб (таблица 3), при вскрытии проб Усинского месторождения в кеках остается до 13,5 % марганецсодержащих минералов (манганокальцит + родохрозит I + анкерит).

Таблица 3

Минеральный состав кеков от вскрытия исходных проб

Минерал	Теоретическая формула	Содержание в пробе, масс%		
		Тыньинское	Порожинское	Усинское
Родохрозит I	$MnCO_3$	4	4,5	4,5
Кальцит	$CaCO_3$	40	49	51
Альбит	$NaAlSi_3O_8$	12,5	—	3,5
Клинохлор	$(Mg,Fe)_6(Si,Al)_4O_{10}(OH)_8$	2	1	3,5
Кварц	SiO_2	13	5,5	13
Карбонатизированный фторапатит	$Ca_5(PO_4)_3(F,CO_3,OH)$	2	—	—
Гидрослюда	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	2	3	—
Пирит	FeS_2	1	—	1
Каолинит	$KAlSi_3O_8$	1	22	5
Опал кристобалит-тридимитовый	SiO_2	11	—	—
Монтмориллонит	$Ca_{0,2}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2 \times nH_2O$	6,5	—	—
Калиевый полевой шпат	$KAlSi_3O_8$	1	—	—
Амфибол	$Ca_2(Mg,Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$	0,5	—	—
Манганокальцит	$(Mn,Ca,Mg,Fe)(CO_3)$	—	—	6
Анкерит	$Ca(Mg,Fe)(CO_3)_2$	—	—	3
Доломит	$CaMg(CO_3)_2$	—	3	—
Стильпноделан	$Ca_4Fe_{47}Si_{72}O_{180}(OH)_{36} \times 12H_2O$	—	—	3,5
Гетит	$FeOOH$	—	2,5	—
Гематит	Fe_2O_3	—	3	1
Сумма кристаллических фаз		96,5	95,5	95,5

*Примечание: анализ выполнен методом РКФА; «—» — не обнаружено

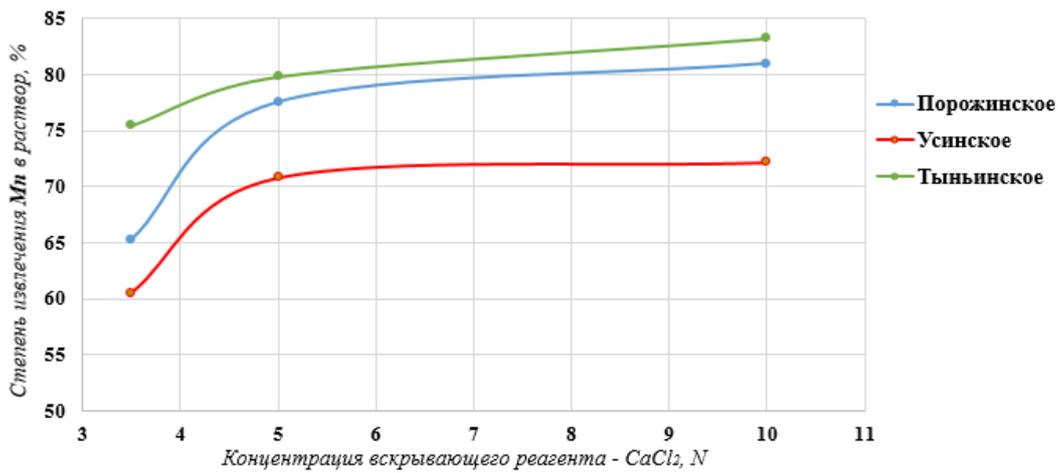


Рисунок 1. Зависимость извлечения марганца из карбонатных руд от концентрации вскрывающего реагента (CaCl_2)
(условия опыта: крупность пробы $-0,125$ мм, $T:Ж=1:5$, $t=200^\circ\text{C}$, $\tau=5$ ч)

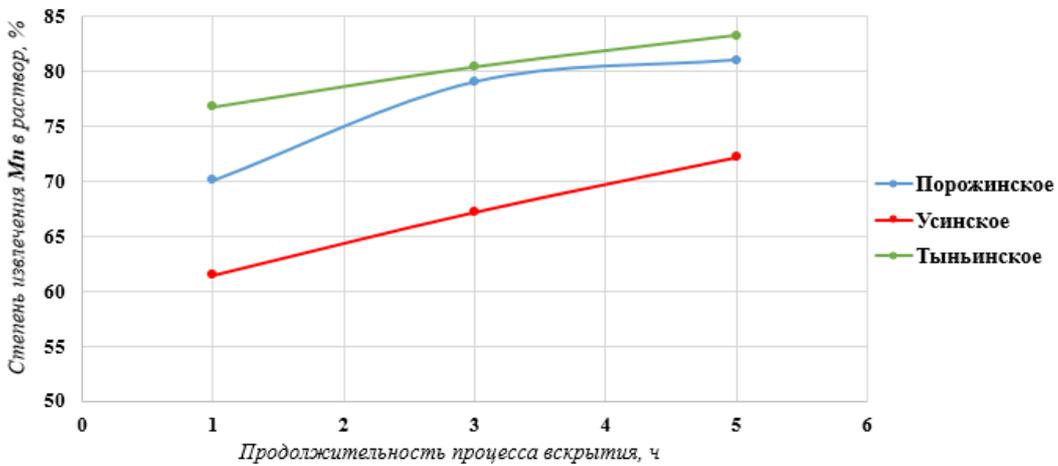


Рисунок 2. Зависимость извлечения марганца из карбонатных руд от продолжительности выщелачивания
(условия опыта: крупность пробы $-0,125$ мм, $T:Ж=1:5$, $t=200^\circ\text{C}$, $C_{\text{CaCl}_2}=555$ г/л)

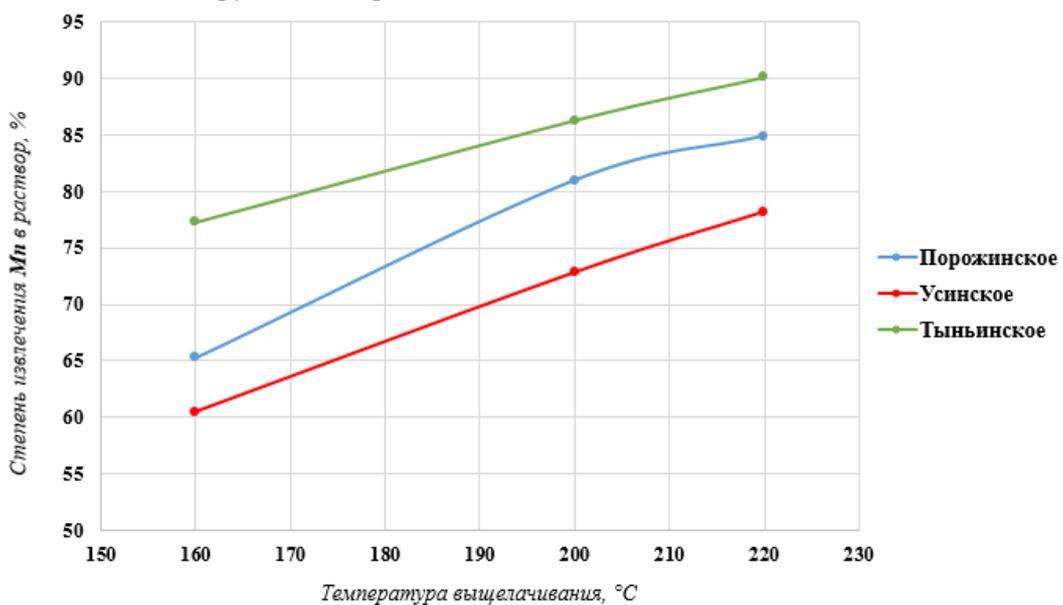


Рисунок 3. Зависимость извлечения марганца из карбонатных руд от температуры выщелачивания
(условия опыта: крупность пробы $-0,125$ мм, $T:Ж=1:5$, $\tau=5$ ч, $C_{\text{CaCl}_2}=555$ г/л)

Выделение высококачественного марганцевого концентрата (ВМК) осуществлялось из хлоридо-кальциевых растворов от автоклавного выщелачивания исходной руды Тыньинского месторождения. Технология осаждения ВМК проводилась в следующей последовательности. В предварительно нагретый марганецсодержащий раствор до температуры 50°C добавлялось известковое молоко с концентрацией CaO 250 г/л в количестве, превышающее стехиометрическое в 1,1 раза. Пульпа перемешивалась в течение 2-х часов. По окончании осаждения ВМК пульпа фильтровалась на нутч-фильтре, марганцевый осадок сушился в шкафу при температуре 105°C, а затем направлялся на прокалку в муфельную печь при температуре 750°C в течение 2-х часов. Извлечение марганца в ВМК из раствора осаждением оксидом кальция составляет 97 %.

Получен ВМК с содержанием Mn — 65 %, с извлечением марганца — 70,4 %. Содержание P₂O₅ в ВМК составило — 0,017 %.

Фильтрат после осаждения известковым молоком представляет собой раствор хлорида кальция, содержащий CaO ~230 г/л (8,2 N Ca²⁺) и минимальное количество марганца (Mn — 0,17–0,03 г/л). Для использования фильтрата в качестве оборотного раствора после его доукрепления хлоридом кальция до концентрации 555 г/л и направляют на выщелачивание новых порций руды. Извлечение марганца в раствор по данным анализов химического состава раствора и кека практически одинаково при выщелачивании руды как исходным раствором хлорида кальция, так и оборотным.

Таким образом, проведенными исследованиями показана возможность извлечения марганца из карбонатных марганцевых руд Тыньинского, Порожинского и Усинского месторождений кальций-хлоридным способом и установлено, что степень извлечения марганца в раствор зависит от минерального состава перерабатываемых руд. Наличие в руде манганокальцита понижает степень извлечения марганца в раствор на 10–15 %.

Из хлоридо-кальциевых растворов от автоклавного выщелачивания исходной руды Тыньинского месторождения был выделен осаждением известковым молоком высококачественный марганцевый концентрат, с содержанием Mn — 65 %.

На рисунке 4 представлена принципиальная технологическая схема переработки карбонатных марганцевых руд раствором хлорида кальция.

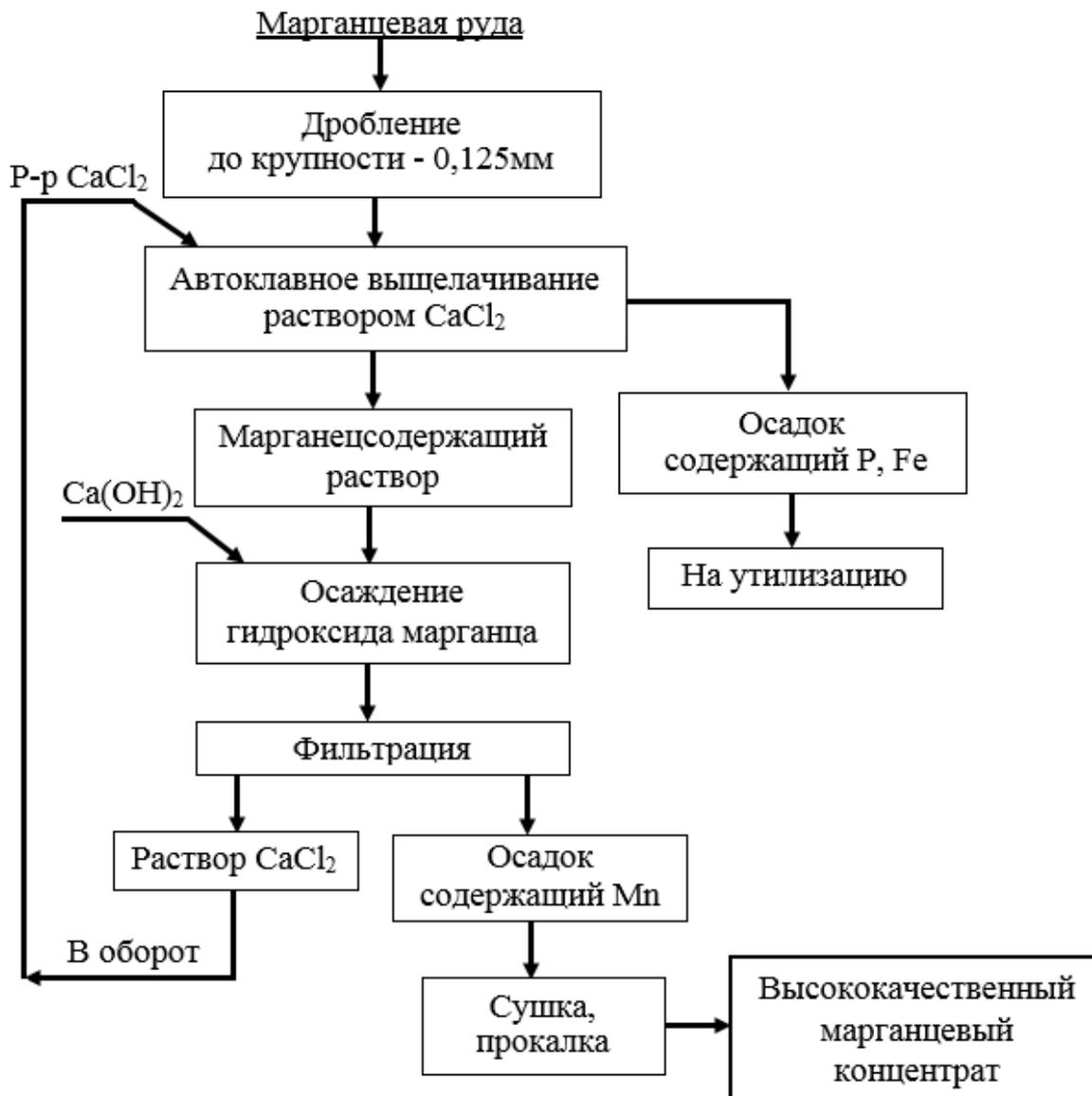


Рисунок 4. Принципиальная технологическая схема переработки карбонатных марганцевых руд раствором хлорида кальция

Технико-экономическая оценка получения алюмотермического марганца (на примере карбонатных руд Усинского месторождения)

Описание объекта оценки

Для экономической оценки эффективности были определены исходные данные на основании технологии переработки карбонатных руд Усинского месторождения, проба руды характеризуется химическим составом, представленным в Приложении 3, таблица 2.

Планируемая годовая мощность по переработке — 600 тыс. т руды в год.

Годовой выход товарной продукции при переработке заявленных объемов руды составит 98,2 тыс. т алюмотермического марганца, условно соответствующего марке МН95.

Планируется, что перерабатывающий комплекс будет включать в себя следующие промышленные площадки: участок дробления и измельчения, участок пылеулавливания, гидрометаллургический участок, участок фильтрации, плавильный участок.

Расчет капитальных затрат и себестоимости производства

Общие оценочные инвестиции для организации производства определены в размере 8 777 млн руб. Расчет инвестиционных затрат представлен в таблице 1.

Расчет фонда оплаты труда персонала выполнен на основе данных Росстата за 2018–2019 гг. о среднемесячной заработной плате по субъектам Российской Федерации и о среднемесячной заработной плате по металлургическому производству и производству готовых металлических изделий. Согласно расчетам, среднемесячная заработная плата работников на металлургических производствах в Кемеровской области определяется в значении 51,0 тыс. руб., что принято за основу для расчета ФОТ.

Ставки страховых взносов в Пенсионный Фонд Российской Федерации — 22 %, в Фонд социального страхования Российской Федерации — 2,9 %, в Федеральный фонд обязательного медицинского страхования — 5,1 %, страховые тарифы на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний — 1,9 %.

Принятая ставка налога на добычу полезных ископаемых (по марганцу), согласно Статьи 342 НК РФ, составила 4,8 % от стоимости добытых полезных ископаемых.

Таблица 1

Капитальные затраты на строительство предприятия по переработке карбонатных руд

Наименование оборудования	Марка	Кол-во, шт.	Стоимость единицы без НДС, тыс. руб.	Всего, тыс. руб.
Основное оборудование				
Рудоподготовка				
Питатель пластинчатый	ПЛ-30	4	2 077	8 308
Конусная дробилка	ДРО 560Г	4	4 808	19 016
Грохот инерционный	Metso MF 1861-1 (800x1100)	6	3 253	19 372
Мельница шаровая	Шаровая мельница с разгрузкой через решетку МОQ 2,1x3,0	2	4 808	9 616
Насос	ПБ 100/16	8	101	808
Конвейер ленточный	до 10 т/ч, габариты: (L×B×H), мм 800*200	6	4 051	24 124
Грохот гидравлический	ГСС-0,8	2	4 229	8 458
Гидрометаллургия		0	0	
Автоклав	Тип 2000	20	163 680	3 236 800
Фильтр-пресс рамный	VS-LS36TM	4	101 277	400 554
Аппарат с эллиптическим днищем и крышкой для осаждения гидроксида марганца с подогревом (V=250м ³)	V _{ном.} =10 м, D=2400 мм, H=2400 мм, электропривод — N=10 кВт, n=180–200 об/мин	50	1 913	94 704
Реактор для доукрепления кальций-хлоридного раствора до C _{CaCl₂} =10 N	V=20 м ³ , V=16 м ³ , ном. раб. D=3000 мм, H=3000 мм, электропривод — N=12–15 кВт, n=180–200 об/мин	6	11 392	67 840
Реактор для промывки ВМК	V=20 м ³ , V=16 м ³ , ном. раб. D=3000 мм, H=3000 мм, электропривод — N=12–15 кВт, n=180–200 об/мин	16	11 392	180 737
Печь для прокаливания	«Сикрон» 1000×1000×2000	12	3 529	41 874
Итого по основному оборудованию				4 219 626
Вспомогательное оборудование				843 925
Итого основное и вспомогательное оборудование				5 063 551
Прочее неучтенное оборудование				421 963
Итого оборудование				5 485 514
Транспортно-заготовительные расходы				548 551
Монтаж оборудования				822 827
Строительные и прочие затраты				1 919 930
ВСЕГО по производству				8 776 823

Эксплуатационные затраты определены с учетом переработки руды до получения конечной товарной продукции. Себестоимость переработки 1 тонны руды составила 17 846 руб.

Калькуляция затрат на переработку руды представлена в таблице 2.

Таблица 2

Расчет годовых затрат на переработку руды предприятия по переработке карбонатных руд

Показатели	Ед. изм.	Количество	Цена за единицу, руб.	Затраты по году, тыс. руб.
1. Добыча руды	тыс. т	600,0	1 270,7	762 400,2
2. Материалы и реагенты				5 850 965,4
– хлорид кальция ГОСТ 450-78	т	30 000,0	17 916,7	537 500,0
– известь на гидрометаллургический передел ГОСТ 9179-78	т	108 000,0	3 166,7	342 000,0
– известь на металлургический передел ГОСТ 9179-78	т	4 064,2	3 166,7	12 870,0
– алюминиевый порошок ПА-1 ГОСТ 6058-73	т	40 642,6	115 733,3	4 703 698,8
Итого по материалам и реагентам		44 706,8		5 596 068,9
Прочие и неучтенные материалы и реагенты				98 160,7
Транспортно-заготовительные работы				156 735,9
Итого затрат по п.2				5 850 965,4
3. Энергозатраты, в т.ч.				343 354,9
– электроэнергия	тыс. кВт/ч	52 500,0	2,9	152 250,0
– вода	тыс. м ³	1 830,0	48,0	87 858,3
Прочие неучтенные энергозатраты				31 214,1
4. Амортизация				808 906,3
в т.ч оборудование				533 254,7
СМР и прочие				275 651,6
5. Текущий ремонт				240 867,1
в т.ч оборудование				213 301,9
СМР и прочие				27 565,2
6. Заработная плата				209 546,8
7. Начисления на зарплату				66 845,4
8. Налоги, в т.ч.				749 276,2
– НДС				612 518,4
– транспортный налог				24 648,1
– платежи за сбросы и выбросы загрязняющих веществ				74 739,8
– прочие				37 369,9
Итого				9 032 162,3
8. Общепроизводственные расходы				985 717,2
Итого				10 017 879,6
9. Общехозяйственные расходы				685 365,7
10. Коммерческие расходы				4 190,9
Всего				10 707 436,2

Экономические показатели

В экономических расчетах применена средняя цена одной тонны марганца марки МН95 в 2019 году — 130,0 тыс. руб.

В результате переработки руды, по предложенной технологической схеме, при выходе на полную производственную мощность предполагается получение ежегодной выручки в размере 12 761 млн руб. от реализации 98,2 тыс. тонн алюмотермического марганца.

Основные показатели экономической эффективности за расчетный период характеризуются положительными значениями (таблица 3).

Таблица 3

Основные технико-экономические показатели предприятия по переработке карбонатных руд

Ставка дисконтирования	%	15,0%	10,0%
Внутренняя норма доходности	%	20,2%	
Индекс доходности	доли ед.	1,24	1,57
Недисконтированный срок окупаемости капитальных вложений	лет	6,0	
Дисконтированный срок окупаемости капитальных вложений	лет	9,4	7,7
ЧДД	млн руб.	2 612,5	6 822,3

Данные по основным технико-экономическим показателям оцениваемого проекта представлены в таблице 4.

Таблица 4

Основные технико-экономические показатели предприятия по переработке карбонатных руд

№№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Значение	
			За расчетный период	На год выхода на производственную мощность
1	Руда	тыс. т	11 100,0	600,0
2	Содержание полезных компонентов в оцениваемых ресурсах			
	MnO	%	32,2	
3	Расчетный период	лет	20 лет в т.ч. 2 года строительства	
4	Продукция			
	Выход алюмотермического марганца МН95 от исходной руды	%	16,36	
	Алюмотермический марганец МН95	тонн	1 815 960,0	98 160,0
5	Капитальные затраты с учетом реинвестиций	млн руб.	15 633,7	
6	Товарная продукция	млн руб.	236 074,8	12 760,8
	Алюмотермический марганец МН95	млн руб.	236 074,8	12 760,8

№№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Значение	
			За расчетный период	На год выхода на производственную мощность
7	Эксплуатационные расходы	руб./т руды		17 845,7
	– разработка руды		1 270,7	
	– материалы и реагенты		9 751,6	
	– энергозатраты		572,3	
	– текущий ремонт		401,4	
	– амортизация		1 348,2	
	– заработная плата		349,2	
	– начисления на зарплату		111,4	
	– налоги и платежи		1 248,8	
	– общепроизводственные расходы		1 642,9	
	– общехозяйственные расходы		1 142,3	
	– коммерческие расходы		7,0	
	8		Полные затраты за расчетный период	млн руб.
– разработка руды		млн руб.	14 104,4	762,4
– материалы и реагенты		млн руб.	108 242,9	5 851,0
– энергозатраты		млн руб.	6 352,1	343,4
– текущий ремонт		млн руб.	4 456,0	240,9
– амортизация		млн руб.	14 964,4	808,9
– заработная плата		млн руб.	3 876,6	209,5
– начисления на зарплату		млн руб.	1 236,6	66,8
– налоги и платежи		млн руб.	13 861,6	749,3
– общепроизводственные расходы		млн руб.	18 235,8	985,7
– общехозяйственные расходы		млн руб.	12 679,3	685,4
– коммерческие расходы		млн руб.	77,5	4,2
9	Цена товарной продукции Алюмотермический марганец МН95	руб./т		130 000,0
10	Затраты на 1 руб. товарной продукции	руб.	0,839	0,839
11	Валовая прибыль	млн руб.	37 987,6	2 053,4
12	Налог на имущество	млн руб.	1 016,5	166,4
13	Налогооблагаемая прибыль	млн руб.	36 971,1	1 887,0
14	Налог на прибыль	млн руб.	7 394,2	377,4
15	Чистая прибыль	млн руб.	29 576,9	1 509,6
16	Внутренняя норма доходности	%		20,2%
17	Срок окупаемости (простой)	лет		6,0
18	Ставка дисконтирования	%		15,0%
18.1.	Чистый дисконтированный доход	млн руб.		2 612,5
18.2.	Индекс доходности			1,2
18.3.	Дисконтированный срок окупаемости инвестиций	лет		9,4
19	Ставка дисконтирования	%		10,0%
19.1.	Чистый дисконтированный доход	млн руб.		6 822,3
19.2.	Индекс доходности			1,6
19.3.	Дисконтированный срок окупаемости инвестиций	лет		7,7

Вариант реализации проекта с получением ВМК в качестве товарной продукции

Вариант реализации проекта представляет из себя технологию переработки карбонатных руд Усинского месторождения кальций-хлоридным способом с получением высококачественного марганцевого концентрата (ВМК) в качестве товарной продукции со средним содержанием Mn 65 %.

Оценочные инвестиции для организации производства — **8 777** млн руб.

Годовая мощность по переработке руды — 600 тыс. т руды в год.

Выход товарной продукции — 141,8 тыс. т ВМК в год

Укрупненный расчет эксплуатационных затрат представлен в таблице 5.

Таблица 5

Расчет годовых затрат на переработку карбонатных марганцевых руд с получением высококачественного марганцевого концентрата

Статьи затрат	Затраты в год млн руб.
Руда	762,4
Материалы и реагенты	976,2
Амортизация	808,9
Энергозатраты	343,4
Текущий ремонт	240,9
Заработная плата	209,5
Начисления на зарплату	66,8
Налоги (в т.ч. НДС)	274,4
Общепроизводственные расходы	228,5
Общехозяйственные расходы	456,8
Коммерческие расходы	4,2
ИТОГО	4 372,0

При средней оценочной стоимости ВМК равной 33 100 руб./тонну основные показатели экономической эффективности характеризуются отрицательными значениями и представлены в таблице 6.

Таблица 6

Основные показатели экономической эффективности по альтернативному варианту реализации проекта

Ставка дисконтирования	%	15,0%	10,0%
Внутренняя норма доходности	%	3,3%	3,3%
Индекс доходности	доли ед.	0,56	0,71
Недисконтированный срок окупаемости капитальных вложений	лет	17,5	
Дисконтированный срок окупаемости капитальных вложений	лет	не окупается	не окупается
ЧДД	млн руб.	-4 451,5	-3 291,6

Заключение

Показатели экономической эффективности по основному варианту расчета характеризуются положительными значениями, что позволяет рассматривать проект переработки карбонатных руд в приемлемой степени эффективным на настоящем уровне оценки.

Однако проект подвержен существенному влиянию таких факторов, как: цена товарной продукции и стоимости алюминиевого порошка, используемого в качестве реагента.

Подписано в печать 20.10.2020 г.
Формат 60×90/16. Усл. печ. л. 1,84
Тираж 10 экз. Заказ № 11

Редакционно-издательский сектор (РИС) ВИМС.
119017, Москва, Старомонетный пер., д. 31. Тел. (495) 9503570
Отпечатано на ризографе в РИС ВИМС.