

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ТИТАНОМАГNETИТОВЫХ РУД В УСЛОВИЯХ АО «ЕВРАЗ НТМК»

Пантюхин Александр Денисович, студент
Седых Владислав Александрович, студент
Стариков Илья Олегович, студент
Хлопунов Иван Дмитриевич, студент
Пыхтеева Ксения Борисовна, канд. техн. наук, доц.
E-mail: hlopunovivan4@gmail.com

НТИ (филиал) УрФУ
г. Нижний Тагил, РФ

Аннотация. К настоящему времени в мировой практике сформировались два основных способа (схемы) комплексной переработки ванадийсодержащих титаномagnetитов с извлечением ванадия: пирометаллургический и гидрометаллургический. Особенно большое распространение получила первая схема, которая предусматривает многостадийную переработку сырья до стали по традиционным металлургическим переделам с попутным извлечением ванадия на одной из стадий в концентрированной по ванадию продукт – малоизвестковый низкофосфористый ванадиевый шлак. Затем из него получают V_2O_5 , феррованадий и другие ванадиевые продукты. Переработка ванадийсодержащих чугунов с извлечением ванадия осуществляется прогрессивным кислородно-конвертерным дуплекс-процессом (переработка чугуна на первой стадии в углеродистый полупродукт и товарный ванадиевый шлак, на второй стадии – получение стали и конвертерного шлака).

Несмотря на достаточно рентабельную схему производства, применяемую на АО «ЕВРАЗ НТМК», все же имеются и скрытые резервы для совершенствования. В частности, при существующей технологии не предусмотрен вопрос извлечения другого ценного легирующего элемента – титана. На сегодняшний момент в доменном производстве большая часть его покидает печь в виде оксидов в составе шлака.

Актуальной задачей является не только повышение степени извлечения ванадия, как ценного легирующего элемента, но и разработка способов получения титана для последующего использования в производстве.

Ключевые слова. Доменная печь, титаномagnetиты, чугун, шлак, ванадий, титан.

АО «ЕВРАЗ НТМК» является одним из крупнейших металлургических комбинатов в России с полным производственным циклом, который входит в группу предприятий «Евраз Групп». Железорудной базой предприятия является Качканарское месторождение титаномagnetитовых руд, разработку которого ведет АО «ЕВРАЗ КГОК».

На сегодняшний день переработка титаномagnetитовых концентратов осуществляется по двум способам: доменному (Россия, Китай) и с применением электроплавки (ЮАР). Доменный способ применим только для низкотитанистых титаномagnetитовых руд [1].

Выплавка перепельного ванадиевого чугуна в доменном цехе АО «ЕВРАЗ НТМК» осуществляется на двух доменных печах, полезным объемом 2200 м³ каждая. Особенно существующей технологии являются: использование в железорудной части шихты титансодержащего окискованного сырья АО «ЕВРАЗ КГОК» и ванадийсодержащего железофлюса ОАО «ВГОК» [2].

На АО «ЕВРАЗ НТМК» переработка ванадийсодержащего титаномagnetитового сырья осуществляется по уникальной технологии, оказывающей влияние на доменное и сталеплавильное производство. Практически весь образующийся шлак от доменных печей перерабатывается в щебень. Конвертерный же шлак из-за повышенного содержания в нем ванадия и титана подвергается рециклингу (с получением железофлюса на ОАО

«ВГОК» и последующей переработкой в доменных печах НТМК) и поступление его в отвал минимально [3].

В настоящее время общий объем отходов, складываемых в отвалах, составляет 54,3 млн. т. Это неэффективное использование шлака из-за содержания титана и ванадия, что приводит к нерентабельности процесса [4].

Целью работы явилось разработать проект по переработке титаномагнетитовых руд с достижением наиболее полного извлечения ванадия и титана с учетом снижения «углеродного следа» в условиях АО «ЕВРАЗ НТМК» до 2025 г.

Основная цель проекта – до декабря 2028 г. создать и развить проект по переработке титаномагнетитовых руд с максимальным извлечением титана и ванадия, минимизируя углеродный след.

Для этого необходимо провести анализ мирового опыта в области технологий по переработке титаномагнетитовых руд и выделить наиболее доступные для АО «ЕВРАЗ НТМК». Разработать технологию и подобрать оборудование для переработки титаномагнетитов с целью достижения наиболее полного извлечения ванадия и титана с учетом минимизации «углеродного следа». Также необходимо определить возможные товарные продукты извлечения титана и их потребительские свойства, а также потенциальных потребителей и оценить экономический эффект применения технологии в перспективе пяти лет.

Оценив различные технологии, был предложен способ, который включает измельчение шлака, окислительный обжиг его с переводом ванадия в растворимую форму, охлаждение обожженного шлака, выщелачивание его с извлечением ванадия в раствор. Обжиг ведут в области температур 1050–1150 °С в течение 15–45 мин. При содержании в шлаке СаО 8 % и выше обжиг шлака осуществляют без введения добавок. При содержании в шлаке СаО менее 8 % при обжиге вводят добавки СаСО₃ в количестве 5–15 % от массы шлака. Обожженный шлак после охлаждения выщелачивают серной кислотой при pH 2,5–3,0 в течение 10–20 мин. Таким способом извлекается 85–97 % ванадия. После извлечения ванадия остается «кек», в котором содержится титан. Если растворить «кек» в серной кислоте, из нее выделится диоксид титана.

Гидрометаллургический метод является достаточно экологическим, но выделение СО₂ при обжиге и выщелачивании все же присутствует. С помощью газоотводов необходимо откачивать накопившийся СО₂, очищать и затем использовать его в доменном производстве.

Диоксид титана и ванадий будут продаваться как дорогостоящие металлы. Оставшийся шлак будет использоваться для изготовления стройматериалов.

Для реализации данного проекта необходимо оборудование: емкостное агитационное оборудование (от 1 до 5 тыс. м³) – от 30 млн руб. до 160 млн руб.; бисерная мельница РИФ-БМ – 50 млн руб.; ультразвуковые диспергаторы (УДГ) – 5 млн руб.

В течение пяти лет по экономическим показателям извлеченный по данному методу титан и ванадий окупят затраты на его добычу, потому данный метод является достаточно перспективным.

Библиографический список

1. Загайнов, С. А. Разработка технологии доменной плавки титаномагнетитов с использованием железобокса. / С. А. Загайнов, Б. С. Тлеугабулов, С. В. Филатов [и др.] // Бюллетень Черметинформация «Черная металлургия». – № 4. – 2010. – С. 13–18.
2. Панфилов, М. И. Переработка шлаков и безотходная технология в металлургии / М. И. Панфилов, Я. Ш. Школьник, Н. В. Орининский [и др.]. – Москва : Металлургия, 1987. – 238 с.

3. Темников, В. В. Анализ образования и переработки металлургических отходов в АО «ЕВРАЗ НТМК» / В. В. Темников, Е. Г. Калимулина, Б. С. Тлеугабулов // Черные металлы. – № 7. – 2018 с.

4. Романенко А. Г. Металлургические шлаки / А. Г. Романенко. – Москва : Металлургия, 1977. – 149 с.