

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы на тему:

«РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ДОНСКОГО ГОКА»,

представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070900 – «Металлургия»

ДЮСЕНОВОЙ СЫМБАТ БЕРІКҚАЛИҚЫЗЫ

Оценка современного состояния решаемой научной проблемы. В настоящее время, для мировой практики характерно повышение интереса к исследованиям переработки бедных хромовых руд, увеличения извлекаемости полезных компонентов из хвостов обогащения и отвалов, а также комплексного использования руд [1-2].

В последние годы на лидирующие позиции в производстве феррохрома вышел Китай, где широко используется новая технология получения феррохрома в электродуговых печах постоянного тока (DC-furnace). В ней, в отличие от классической технологии «AC-furnace», с успехом используются тонкие хромитовые концентраты, которые не требуют предварительной агломерации [3]. Основные производители хромитового сырья также увеличивают выпуск тонких хромовых концентратов. В частности, такие концентраты на некоторых рудниках ЮАР получают из отходов от извлечения платиноидов пласта UG-2. В Турции – одной из ведущих стран, добывающих хромиты, запасы руд составляют 26,6 млн.т. при среднем содержании 20% Cr_2O_3 и еще 400 млн.т. более бедных хромовых руд рассматриваются как ресурсный потенциал для использования в ближайшем будущем [4].

Исходя из вышеуказанного, месторождения и материалы – хвосты обогащения даже с очень низким содержанием хрома востребованы.

В Республике Казахстан при переработке хромовой руды на ДГОК АО «ТНК «Казхром»» образуются техногенные хвосты обогащения. Вовлечение в переработку хвостов позволит не только решить экологические аспекты, но и расширить сырьевую базу для получения хромитового концентрата и других сопутствующих ценных компонентов.

Анализ существующих способов переработки хромитсодержащих руд, материалов и хвостов обогащения показывает разнообразие существующих технологических приемов, включающих получение не только хромитового концентрата, но и возможное комплексное извлечение ценных сопутствующих компонентов [9-30].

Основным недостатком действующих технологий переработки бедных хромитовых руд является низкая эффективность, большой расход реагентов, применение энергозатратных операций обжига и образование токсичного отхода обогащения руды – шлама, складываемого в шламонакопителях. Утилизация шлама нигде в мире не решена, что обусловило закрытие производства хрома в ряде развитых стран Европы и Японии. Высокое содержание оксида магния в шламе препятствует его использованию в

производстве цемента, а высокое содержание кальция и кремния - в производстве огнеупорных материалов.

Для решения существующей проблемы, связанной с большим количеством складированных техногенных хвостов и большим расходом реагентов при переработке известными способами в диссертационной работе предлагается новая эффективная технология комплексной переработки хвостов обогащения хромовой руды, включающая проведение химической активации, гравитационное обогащение и выщелачивание с использованием регенерируемого реагента.

Основание и исходные данные для разработки темы. В диссертационной работе использованы результаты исследований комплексной переработки техногенных хвостов обогащения хромовой руды ДГОК, полученные при выполнении научно-исследовательских работ в рамках программно – целевого финансирования научных исследований на 2018-2020 годы «Разработка и реализация инновационных технологий, обеспечивающих повышение извлечения цветных, благородных, редких и редкоземельных металлов и решение производственных задач промышленных предприятий Республики Казахстан (BR05236406)» по теме: «Определение концентрирования редких и редкоземельных металлов по переделам АО ТНК «Казхром» и разработка способа переработки промпродуктов производства».

Обоснование необходимости проведения научно-исследовательской работы. Извлечение хрома из техногенных образований шламохранилищ -хвостов обогащения хромовых руд, с учетом существующего спроса на хромовые концентраты, является важной практической задачей. Комплексная утилизация шламовых хвостов обогащения позволит повысить рентабельность производства и решить экологические проблемы региона.

Сведения о планируемом научно-техническом уровне разработки, о патентных исследованиях и выводы из них. В процессе выполнения работы проводился анализ литературных данных и патентные исследования по проблеме комплексной переработки хвостов обогащения хромовых руд. На основании чего можно заключить, что в связи с отсутствием технологий, позволяющих эффективно и комплексно перерабатывать тонкодисперсные хромитсодержащие хвосты обогащения, результаты, полученные в диссертационной работе, являются востребованными, с точки зрения охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. Новизна принятых технических решений подтверждена 3 патентами на изобретения РК и соответствует современному уровню научных исследований.

Сведения о метрологическом обеспечении диссертации. В процессе проведения научно-исследовательских работ метрологическое обеспечение определялось наличием сертифицированных химико-аналитической службы

и лаборатории физических методов анализа. Метрологические измерения выполнялись на поверенных контрольно-измерительных приборах.

Национальная научная лаборатория по приоритетному направлению «Технологии для углеводородного и горно-металлургического секторов и связанных с ними сервисных отраслей» АО «Институт металлургии и обогащения» (АО «ИМиО»), НАО «КазНИТУ им. К.И.Сатпаева» аккредитована на техническую компетентность в Национальном центре аккредитации Комитета технического регулирования и метрологии – Аттестат аккредитации № KZ-И.02.1138 от 23 февраля 2016 г. (действителен до 23 февраля 2021 г., на соответствие требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»).

Научно-исследовательские работы выполнялись в лаборатории глинозема и алюминия АО «ИМиО».

Актуальность темы. Тема является актуальной и своевременной в связи с существующей необходимостью вовлечения в переработку накопленных на Донском ГОКе техногенных шламовых хвостов обогащения, с которыми теряется до 25% хрома. Снижение объемов первичного сырья и их качества требует расширения сырьевой базы и изыскания новых дополнительных источников сырья. Отсутствие рациональных технологий по переработке указанного материала требует проведения дополнительных научных исследований, направленных на расширение фундаментальной базы и наработки экспериментального материала для построения высокоэффективной технологии их переработки.

В диссертационной работе, впервые, показана возможность эффективной переработки хвостов обогащения хромовой руды путем гравитационного обогащения с предварительной химической активацией и последующей комплексной переработкой.

Новизна темы заключается в:

- разработке технологии комплексной переработки техногенных хвостов обогащения Донского ГОКа;
- установлении механизма трансформации фазовой структуры хвостов обогащения хромовой руды при химической активации раствором гидрокарбоната натрия;
- определении кинетических параметров и механизма выщелачивания объединенных хвостов обогащения раствором гидросульфата аммония;
- способе регенерации реагента выщелачивания объединенных хвостов обогащения – гидросульфата аммония, путем автоклавной обработки смеси сульфата аммония и серной кислоты;
- способе получения аморфного диоксида кремния из силикатного раствора обработки кека выщелачивания, путем карбонизации в растворе гидрокарбоната натрия.

Связь данной работы с другими научно-исследовательскими работами. Результаты, полученные в данной диссертационной работе, тесно связаны с научными исследованиями, проводимыми в рамках решения задач по теме проекта «Определение концентрирования редких и редкоземельных металлов по переделам АО ТНК «Казхром» и разработка способа переработки промпродуктов производства».

Целью диссертационной работы является разработка технологии комплексной переработки техногенных хвостов обогащения Донского ГОКа.

Объект исследования – техногенные хвосты обогащения Донского ГОКа АО ТНК «Казхром».

Предмет исследования – физико-химический состав хвостов обогащения; механизм химической активации хвостов обогащения; процесс гравитационного обогащения; процесс кислотного выщелачивания; переработка раствора выщелачивания с получением товарных продуктов.

Задачи исследования, их место в выполнении научно-исследовательской работы в целом.

В задачи исследований входят:

- исследование физико-химических характеристик хвостов обогащения ДГОК;
- разработка технологии получения хромитового концентрата из хвостов обогащения;
- исследование механизма и трансформации фазовой структуры хвостов обогащения ДГОК при химической активации;
- исследование кинетики и механизма выщелачивания хвостов обогащения раствором гидросульфата аммония;
- разработка технологии комплексной переработки хвостов обогащения с получением хромового концентрата, концентратов цветных и редких металлов, РЗЭ содержащего продукта, аморфного диоксида кремния и двойного сульфата магния.

Методологическая база.

К числу основных методов исследования и анализов, примененных при выполнении диссертационной работы, относятся:

- критический анализ патентно-информационных источников;
- исследование механизма химической активации сырья методами химического, рентгенофазового, термического анализов и инфракрасной спектроскопии;
- технологические исследования гравитационного обогащения на концентрационном столе СКО-1 и центробежном сепараторе Knelson KC-MD3 фирмы FLSmidth;
- кинетические исследования процесса сернокислотной технологии переработки шламов на лабораторном и укрупненно-лабораторном оборудовании «Пилотной установки по испытанию Байер-гидрогранатовой технологии» переработки алюмосиликатного сырья АО «ИМиО»;

– химический анализ образцов на оптическом эмиссионном спектрометре с индуктивно – связанной плазмой Optima 2000 DV (США, PerkinElmer);

– рентгенофазовый анализ проб с использованием прибора D8 Advance (Bruker AXS GmbH) с помощью программного обеспечения EVA, Search/match и Базы данных карточек ASTM;

– минералогический анализ проб под микроскопом МИН-8, OLYMPUS, Leica DM 2500P с помощью программы Stream BasicR;

– термический анализ проб с использованием прибора синхронного термического анализа STA 449 F3 Jupiter посредством программного обеспечения NETZSCHProteus;

– исследование фазового состава проб методом инфрокрасной спектроскопии (ИКС) выполнено на ИК-Фурье спектрометре «Avatar 370CsI» посредством программы Transmission E.S.P;

– определение удельной поверхности частиц, удельного объема и среднего размера пор полученного аморфного кремнезема методом одноточечного БЭТ-анализа (метод Брунауэра-Эммета-Тейлера) на приборе «Сорботметр М» (фирма «Катакон», Россия).

Положения, выносимые на защиту.

На защиту диссертационной работы выносятся следующие положения:

– механизм трансформации фазового состава при химической активации хвостов обогащения хромовой руды;

– кинетика и механизм выщелачивания хвостов обогащения раствором гидросульфата аммония;

– технология комплексной переработки хвостов обогащения с получением товарных продуктов.

Практическая значимость работы.

Разработана инновационная технология комплексной переработки хвостов обогащения хромовой руды, отличием которой является проведение гравитационного обогащения с предварительной химической активацией и использование регенерируемого кислотного реагента при гидрометаллургической переработке. Полученные в исследованиях результаты комплексной переработки хвостов обогащения приняты для расчета Технологического регламента (ТР) и Предварительного технико-экономического обоснования (ТЭО) по теме проекта: «Определение концентрирования редких и редкоземельных металлов по переделам АО ТНК «Казхром» и разработка способа переработки промпродуктов производства».

Новый способ химической активации хвостов обогащения хромовой руды перед гравитационным обогащением, путем обработки раствором гидрокарбоната натрия, изменил фазовую структуру шлама, что позволило повысить извлечение Cr_2O_3 в концентрат и получить хромовый концентрат высокого качества [5].

Согласно разработанного способа [6], синтез гидросульфата аммония проводят в автоклаве при температуре 230 – 260 °С в смеси сульфата

аммония и серной кислоты и, тем самым, исключается использование для выщелачивания дорогого реагента гидросульфата аммония.

Разработан способ получения аморфного диоксида кремния высокого качества, отличием которого является использование раствора гидрокарбоната натрия для нейтрализации силикатного раствора до pH 9,0÷9,5 [7].

Апробация работы: основные положения диссертационной работы доложены на 6 международных конференциях, в их числе:

- XIII International Mineral Processing and Recycling Conference (Serbia, 2019);
- 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019 (Bulgaria, 2019).

Публикации: по теме диссертационной работы опубликовано 12 печатных работ, в том числе 2 статьи в журналах, рецензируемых базой данных Scopus, 1 статья из списка научных журналов, рекомендованных ККСОН МОН РК, 6 тезисов докладов, получено 3 патента.

Структура и объем диссертации. Диссертации состоит из введения, 4 глав, заключения и 3 приложений. Работа изложена на 110 страницах машинописного текста, содержит 29 таблиц, 47 рисунков.