

ного движения сточных вод (усреднения) и позволяет избежать колебаний объема стоков на биологическом этапе.

Механический метод широко применяется и при переработке промышленных стоков. Именно при помощи механических методов удается удалить большую часть нефтепродуктов из сточных вод, поэтому данный способ широко используется на нефтеперерабатывающих предприятиях и автомойках. Кроме того, механические способы проведения очистки являются самыми простыми и дешевыми.

Также распространенным является физико-химический метод его можно отнести к флотации. Флотация – это метод очистки воды, основанный на прилипании взвешенных в ней примесей к пузырькам воздуха и всплывании их на поверхность.

Метод химической флотации основан на обработке сточной воды реагентами. В результате химических реакций образуются пузырьки газа: кислород, углекислый газ, хлор и другие, которые флотируют примеси из воды. Конструкции установок для химической флотации чаще всего состоят из двух камер. В первой камере, снабженной лопастной мешалкой, происходит смешивание очищаемой воды и реагента. Во второй камере - флотореакторе происходят химические реакции с образованием флотокомпонентов. Образовавшийся шлам с помощью скребка удаляется в шламоприемник.

Кроме того, при флотации происходит аэрация сточных вод, снижение концентрации поверхностно-активных веществ и многочисленных микроорганизмов. Достоинства флотации является высокая степень очистки (до 95 процентов), большая скорость процесса, простая аппаратура.

За рубежом накоплен значительный опыт по эксплуатации установок напорной флотации. Высокий эффект очистки сточных вод при использовании напорной флотации достигается за счет того, что выделение пузырьков газа во флотокамере происходит непосредственно на частицах загрязнений. В этом случае вероятность слипания частиц загрязнений с пузырьком газа или воздуха близка к теоретически возможной. При этом эффективность процесса существенно повышается при использовании газов, по-разному растворяющихся в воде. Так, последовательное введение в воду воздуха и углекислого газа ускоряет флотационный процесс в 2-3 раза. Сущность интенсификации этого способа заключается в том, что вводимый сначала воздух под давлением 0,4-0,6 МПа выделяется во флотокамере в виде пузырьков размером 0,2-0,5 мм, а затем происходит их укрупнение за счет выделения углекислого газа. Если исходная концентрация нефтепродуктов в сточной воде невелика и не превышает 50 мг/л, то регулируя продолжительность очистки или расход реагентов можно добиться конечной концентрации нефтепродуктов ниже 3 мг/л.

Более высокая степень очистки достигается при применении реагентов (хлорида железа, сульфата алюминия и др.) и с использованием флокулирующих веществ, особенно при очистке сточной воды от эмульгированных нефтепродуктов, масел и жиров.

Литература.

1. Промышленная экология: учебное пособие / Е.А. Алябышева, Е.В. Сарбаева, Т.И. Копылова, О.Л. Воскресенская. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2010. – 110 с.
2. Гавриленков, А.Ч. Экологическая безопасность пищевых производств /А.Ч. Гавриленко. – С-П.: Гиорд, 2006. - 272 с.
3. Карамзинов, Ф.В. Очистка промышленных сточных вод / Ф.В. Карамзинов - М.: DWD, 2012.- 384 с.

## **ВОВЛЕЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩУЮ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**

*С.Н. Федосеев, асс. каф. МЧМ*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8-(38451)-7-77-61*

*E-mail: sfedoseev@tpu.ru*

*Аннотация. В статье рассматривается проблема рационального освоения минеральных ресурсов планеты. В частности в области горно-металлургической промышленности, с описанием схем формирования и использования отходов данной отрасли. Проведены сравнения технологий обогащения руд резких металлов и сделаны выводы об их эффективности и экологичности. Рассмотрен вопрос решения проблемы истощения природных ресурсов вовлечением в промышленность техногенных отходов горно-металлургической отрасли.*

*Abstract. The problem of sustainable development of mineral resources of the planet. In particular in*

*the field of mining and metallurgical industry, with a description of schemes of formation and use of waste in the industry. Comparisons of ore enrichment technologies sharp metals and conclusions on their effectiveness and sustainability. The problem of solving the problem of the depletion of natural resources, the involvement of industry in technological waste mining industry.*

Одной из важнейших проблем человеческого общества является проблема рационального освоения минеральных ресурсов, в том числе и металлических полезных ископаемых, особенно ценных редких и цветных металлов, с учетом роста потребностей металлургии, машиностроительного комплекса и связанных с ними областей науки и техники.

Металлургическая промышленность, несмотря на все большее применение в мире различных искусственных материалов, продолжает активно развиваться. В связи с развитием авиационной и космической техники, электроники и т.д. повышен спрос на многие цветные и редкие металлы, а также востребованы сплавы этих металлов с черными металлами. Поэтому так актуален прирост минерально-сырьевой базы металлических полезных ископаемых.

При этом в настоящее время наблюдается истощение основных запасов месторождений многих цветных и редких металлов (свинец, цинк, титан, цирконий, скандий и др.). В связи с этим ощущается дефицит минерального сырья для цветной металлургии и для ряда других отраслей промышленности (атомная, электронная, авиационная, космическая и т.д.). Многие известные месторождения в большинстве своем уже выработаны. Кроме того, снижается качество добываемых руд, ухудшаются горно-геологические и экономико-географические условия эксплуатации месторождений [1].

Открытие и ввод в эксплуатацию новых месторождений требуют вложения значительных средств на проведение геолого-разведочных работ. Вновь открываемые месторождения, как правило, расположены в отдаленных районах с неблагоприятными экономико-географическими и природноклиматическими условиями. Все эти обстоятельства значительно повышают затраты по добыче, переработке и транспортировке минерального сырья, а также влияют на цену металлов и металлопродукции.

При возрастающей потребности общества в сырье для металлургии и других перерабатывающих отраслей возрастает потребность в количестве, а главное – в качестве минерального сырья. В то же время наиболее богатые месторождения во многом исчерпаны, снижается качество руд, ухудшаются условия их эксплуатации. Поэтому все более актуальной становится проблема ввода в эксплуатацию техногенных месторождений.

Благоприятными факторами для разработки техногенных месторождений металлов являются: экономический (спрос на минеральное сырье, условия разработки месторождений), исторический (формирование инфраструктуры горно-добывающих и горно-металлургических районов) и социальный (в основном это создание рабочих мест по проекту с мультипликативным эффектом) [2].

Необходимость разработки техногенных месторождений объясняется и экологическими аспектами. В отходах минерального сырья накапливается значительное количество токсичных и потенциально опасных элементов, таких как ртуть, мышьяк, бериллий, кадмий, таллий и др.

Горно-обогащительные комбинаты выпускают различные виды продукции для машиностроительной, космической и авиационной отраслей, атомной энергетики, металлургии, высокоточной электроники, химической и стеклопластиковой промышленности. Металлургическое производство предназначено для получения, после обогащительного концентратов с целью последующего извлечения соединений циркония и гафния. В металлургическом производстве методом гидрометаллургии осуществляется переработка различных полупродуктов (солянокислого и сернокислых растворов циркония), четыреххлористого кремния путем брикетирования с последующим получением концентратов и солей редкоземельных элементов, производство катализаторов риформинга нефтепродуктов, а также другие химико-металлургические переделы с использованием печей коксования непрерывного действия и хлораторов шахтного типа. В металлургическом производстве имеются участки коксования сырых брикетов, хлорирования, хлорирования коксованных брикетов, растворение циркониевых хлоридов, фильтрации солянокислого раствора циркония. Полученные концентраты применяются для производства огнеупорных изделий и материалов, металлического циркония, ферросплавов и лигатур с цирконием, сварочных электродов, ферротитана, пигментной двуокиси титана, титановой губки, титана металлического и др. [3].



Рис. 1. Схема формирования и использования горно-металлургических отходов

Суммируя технологии добычи, обогащения и химико-металлургического комплекса выделяют несколько уровней разделения рудного материала:

1) Черновой коллективный концентрат, который представляет тяжелые фракции рудного материала и представляет собой смесь минералов циркона, рутила, ильменита, ставролита, дистен-силлиманита; полу-продукт – смесь тяжелых и легких фракций (кварцевый песок);

2) Хвосты. На втором уровне разделения рудного материала также выделяются хвосты, полу-продукт II уровня и черновой концентрат. Технологическая цепь химико-металлургического производства сводится к получению двуоксида циркония. На участке изготовления хлорирования образуется товарный продукт – оксихлорид циркония. Технология хлорирования предусматривает раскрытие «рудных минералов» газообразным хлором, который связывает примеси в концентратах, термпримеси, нафтококсы, высокотемпературный пек.

Проведенные сравнения действующей технологии обогащения титано-циркониевых песков России с ведущими мировыми технологиями. Известно, что мировыми лидерами по технологиям переработки являются – TIWEST, ILUKA, CABLE SANDS (Австралия), RICHARDS, BAY MINERALS (ЮАР), DUPONT (США). Анализ выявил, что действующая технология в значительной мере идентична технологиям ведущих мировых лидеров и является классической. Технология переработки титано-цирконовых месторождений предусматривает дезинтеграцию и выделение глинистых шлаков; выделение суммы тяжелых минералов (коллективного концентрата) гравитационным обогащением; обезвоживание и сушку коллективного концентрата, содержащего циркон, рутил, ильменит, лейкозин, дистен, силлиманит, ставролит, турмалин, кварц, на товарные концентраты электрическими и магнитными методами обогащения. Отличительной особенностью технологических линий зарубежных компаний по переработке сложных минеральных комплексных руд является аппаратное оформление и использование разных типоразмеров оборудования.

В химико-металлургическом производстве осуществляется раскрытие минерала циркона хлорным методом. При этом основные способы раскрытия цирконового концентрата подразделяются на такие группы: термическое разложение циркона на составляющие его оксиды, щелочное раскрытие соединениями натрия, кальция, магния, хлорирование с предшествующей карбидизацией; разложение соединениями фтора; восстановление. В основе метода хлорирования циркона лежит разница в температурах кипения тетрахлоридов кремния и циркония. Этот метод за рубежом реализуется в незначительной степени, поскольку использование хлора сопровождается значительными природоохранными мероприятиями. В то же время метод хлорирования обеспечивает высокое качество разделения циркония от кремния и, одновременно, высокотехнологичен, так как направлен на очистку от примесей. Кроме того, метод хлорирования титано-циркониевых песков сопровождается образованием меньшего количества сточных вод, например, по сравнению со щелочным раскрытием.

Негативное влияние технологий на окружающую среду связано с нарушением природных ландшафтов из-за открытого способа разработки полезных ископаемых; с изменением рельефа местности при горных работах, что приводит к нарушению режима грунтовых и поверхностных вод; с изменением гидрохимического состава и свойств; с выбросами особо токсичных загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и передвижных источников загрязнения, вследствие несовершенстве технологических процессов и применяемой аппаратуры; накопление техногенных отходов в шлакоотстойниках и хвостохранилищах.

Рассмотренные технологии добычи, переработки, обогащения и выделения товарных продуктов указывает на необходимость использования многотоннажных техногенных отходов при производстве силикатных отходов при производстве силикатных строительных материалов, изделий, конструкций для строительства, ремонта и восстановления искусственных инженерных сооружений. Предлагается изготавливать шихты однородного состава с высокими формообразующими свойствами, что важно для получения эффективной керамики, огнеупоров, стекломалевок фритт и др. Одновременно сокращается расход энергоресурсов на 5-20%. Использование техногенных титанжелезосодержащих отходов обеспечивает снижение материалоемкости. Кроме того, микропримеси редкоземельных металлов, содержащиеся в балластных отходах, способствует получению инновационно-новых материалов с достаточно высокими физико-механическими характеристиками, что обеспечивает высокое качество строительных изделий и их долговечность. Наконец, вовлечение техногенных отходов при производстве строительных материалов экономически выгодно.

В целом вовлечение в эксплуатацию техногенных месторождений может дать существенный эффект за счет:

- 1) сокращения дефицита ценных, в первую очередь редких и цветных металлов для потребностей металлургической промышленности и машиностроительного комплекса региона и (или) РФ;
- 2) снижения расходов геолого-разведочных предприятий и предприятий горно-металлургического комплекса на проведение ГРП, добычу и обогащение руд, производство металлов;
- 3) получения экологического эффекта с помощью сокращения площадей земель, занятых хвостохранилищами, и предотвращенного ущерба на сохранных от добычи рудных полезных ископаемых землях;
- 4) получения социального эффекта путем создания рабочих мест по проекту с учетом смежных производств (мультипликативный эффект), а также улучшив условия жизни (снижение экологической нагрузки).

Литература.

1. Быховский Л.З., Спорыхина Л.В. Техногенные отходы как резерв пополнения минерально-сырьевой базы: состояние и проблемы освоения // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2011. – № 4. – С. 15–20.
2. Салихов В.А. Экономическая оценка и комплексное использование попутных полезных компонентов углей и золо-шлаковых отходов углей (на примере Кемеровской области): монография / НФИ КемГУ. Новосибирск: Наука. Сибирское отд-ние, – 2013. – 224 с.
3. Федосеев С. Н. Оценка применения комплексных минеральных концентратов в качестве модификатора стали // Инновационные технологии в машиностроении: сборник трудов VII Международной научно-практической конференции, 19-21 мая 2016 г. – Томск, 2016. – С. 195-197.
4. Литвиненко В.С. Возможности минерально-сырьевого потенциала России // Актуальные проблемы минерально-сырьевого комплекса. Прил. к «Запискам СПб Горного института». – № 11. – 2002. – С.1-12.
5. Дмитриева А.В., Федосеев С.Н. Рекуперация и утилизация твердых отходов // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Юрга, 27–28 Ноября 2014. – Томск, – 2014. – С. 147-149.
6. Федосеев С. В. Стратегический потенциал базовых отраслей промышленности. // Апатиты: Изд. КНЦ РАН. – 2003. – 268 с.
7. Гавриленко Б.В., Бичук Н.И., Митрофанов Ф.П., Виноградов А.Н., Волошин А.В., Зозуля Д.Р. Ресурсы редкометалльного сырья Мурманской области и перспективы их освоения // Стратегия использования и развития минерально-сырьевой базы редких металлов России в XXI веке. Т.1. Минеральное сырье, № 6. – М.: ВИМС. – 2000. – С.61-67.