

состояния окружающей среды. В таких случаях рассчитывается чистый эколого-экономический эффект проекта. Целевой функцией здесь является увеличение основных экономических показателей и снижение экологического ущерба. Мероприятия по модернизации оборудования могут принести существенную прибыль.

Внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий положительно сказывается на рентабельности производства, повышается продуктивность работы. С другой стороны, повышение эффективности природоохранной деятельности способствует привлечению иностранных инвестиций.

Литература

1. Афанасьев Ю.А., Фомин С.А. и др. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 208 с.
2. Белоусова Е. Экологический мониторинг природной среды // Экономист, 2002 № 7. С. 81 – 87.
3. Экологический мониторинг основных сред жизни: Методич. пособие по большому практикуму. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2004. – 22 с.
4. Экологическая экспертиза: Учеб. пособие / Под ред. В.М. Питулько. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 480 с.
5. <http://www.zakon.kz/153270-v-pavlodarskojj-oblasti-nabljudajetsja.html>
6. <http://www.group-global.org/publication/view/7223>

УДК 628.163

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕРМИКУЛИТА В КАЧЕСТВЕ СОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОАО «КОВДОРСКИЙ ГОК»

Матвеева В.А.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Работа посвящена оценке состояния водных объектов в зоне воздействия Ковдорского горно-обогатительного комбината, анализу местных природных сорбентов с точки зрения их пригодности для очистки производственных сточных вод горного предприятия и их апробации.

Разработка высокоэффективных и экономичных технологических и технических решений для очистки сточных вод является одной из актуальных экологических задач для объектов минерально-сырьевого комплекса. Основными техническими проблемами для большинства горных предприятий являются использование устаревших технологий, морально и физически изношенного оборудования, чрезмерное водопотребление, отсутствие мощностей для предварительной очистки или рециркуляции воды и ее прямой сброс во внешние системы водоочистки или непосредственно в водные объекты.

Изучение состояния подземных и поверхностных вод в зоне воздействия Ковдорского горно-обогатительного комбината показало, что предприятие вносит основной вклад в ухудшение качества воды исследуемого района. Особенностью Ковдорского месторождения является то, что раньше это было русло реки, которую завели в искусственный канал. Разработка железорудного месторождения открытым способом нарушила естественный режим подземных вод, разгрузка которых происходит на горизонтах карьера. Кроме того, областью питания подземных вод с востока является озеро Ковдор, с запада русло реки Верхняя Ковдора, с севера русло ручья Железорудного, а с юга вода второго поля хвостохранилища, используемая в качестве оборотной. Всё это оказывает существенное влияние на формирование обводнённости Ковдорского карьера, а следовательно, организацию водоотведения и осушения его. Решается эта задача с помощью внешнего дренажного контура, внутрикарьерных дренажных устройств и системы карьерного водоотлива. Сброс карьерных вод осуществляется по трем выпускам в озеро Ковдор и реку Ковдора, которые имеют статус рыбохозяйственного назначения. Причем если к двум выпускам: № 1 - дренажные воды западного ряда водопонизительных скважин и № 2 - дренажные воды северного ряда водопонизительных скважин претензий к качеству сбрасываемых вод нет, то третий выпуск доставляет множество проблем. Из выпуска № 3 сбрасываются загрязненные (недостаточно-очищенные) сточные воды, прошедшие механическую очистку в отстойнике перед сбросом в озеро Ковдор, и включают в себя: карьерные воды от системы водоотлива, производственные сточные воды ТЭЦ, сточные воды с производственной площадки комбината, с общим объемом сбросов до 18 млн. м³/год. Здесь из 18 контролируемых компонентов превышение нормативов предельно допустимых сбросов наблюдается по 13, а именно: БПК_{полн}, нефтепродукты, взвешенные вещества, ионы аммония, нитрит-ион, сульфаты, фосфор, марганец, молибден, ванадий, стронций, фенолы.

Другим проблемным участком является выпуск сточных вод хвостохранилища (выпуск №6). На обогатительном комплексе для технологических нужд используется система оборотного водоснабжения, включающая в себя пруд-отстойник II поля хвостохранилища, предназначенный для создания необходимого запаса оборотной воды, ее осветления до требуемых кондиций и подачи на обогатительный комплекс. Из пруда отстойника хвостохранилища оборотная вода дренирует через ограждающую дамбу № 4 во вторичный отстойник хвостохранилища, кроме того, туда же поступает избыток воды, аккумулируемый в хвостохранилище из-за превышения притока над расходом, и после 4 суток отстоя сбрасывается в реку Нижняя Ковдора. Общий объем сброса достигает 17 млн. м³/год. Здесь из 20 контролируемых загрязняющих

компонентов превышения нормативов предельно допустимых сбросов для вод рыбохозяйственного назначения по 10 показателям: БПК_{полн}, нитрит-ион, сульфаты, фосфор, марганец, медь, молибден, ванадий, стронций, фенолы.

Несмотря на то что, в настоящее время разработаны и используются на практике множество методов очистки загрязненных вод, проблему комбината невозможно разрешить до сих пор из-за необходимости очистки огромных объемов поликомпонентных карьерных вод (до 2500 м³/час) и вод вторичного отстойника хвостохранилища (до 2000 м³/час).

В первую очередь при создании эффективного технологического решения, связанного с очисткой сточных вод комбината, были рассмотрены и учтены достоинства и недостатки всех современных методов очистки вод. Результаты выполненного обзора свидетельствовали о том, что в настоящее время существенный интерес представляют сорбционные методы очистки, а точнее, применение природных сорбентов, как наиболее распространенных и дешевых. Однако, в естественном состоянии они не обладают достаточной сорбционной емкостью, что приводит к повышенному их расходу. Поэтому возникает необходимость получения сорбентов повышенной сорбционной емкости из природного минерального сырья и разработки новой технологии очистки и регенерации загрязненных вод, отличающейся достоинствами известных технологий: химреагентной и сорбционной, и лишенной их недостатков.

Сорбционный метод с использованием природных сорбентов позволяет снизить содержание в воде загрязнений органического и неорганического происхождения до любой остаточной концентрации. При очистке воды от ионов тяжелых металлов, как наиболее опасного компонента сточных вод исследуемого горно-обогатительного комбината, практическая задача заключалась в подборе местных природных материалов, оптимально сочетающих экономическую рентабельность и эффективную очистку.

Детальный анализ богатой минерально-сырьевой базы Ковдорского района позволил найти природное сырье для изготовления сорбента, удовлетворяющее требованиям поставленной задачи. Таким сырьем оказался вермикулит - материал из группы гидрослюд, образовавшийся из биотита или флогопита под влиянием гидротермальных процессов в коре выветривания.

Ковдорское месторождение вермикулита является одним из крупнейших в мире. Технология получения вермикулитового концентрата включает гравитационные методы обогащения, а также метод воздушной сепарации. Вермикулитовый концентрат представляет собой частички

слюды вермикулита, является сыпучим, зернистым, пористым, исключительно мягким материалом.

Химический состав вермикулита непостоянный в зависимости от содержания молекулярной воды. Содержание основных компонентов MgO колеблется от 14 до 23 %; Fe₂O₃ - от 5 до 17 %; FeO - от 1 до 3 %; SiO₂ - от 37 до 42 %; Al₂O₃ - от 10 до 13 %; H₂O - от 8 до 18 %. Кроме того, присутствует K₂O до 5, иногда 8 %; TiO₂ до 1,6 %.

Основным свойством вермикулита, определяющим его промышленную ценность, является способность резко увеличиваться в объеме - вспучиваться при обжиге в интервале температур 400-1000 °С, увеличивая первоначальный объем зерен в 15-20 и более раз [2]. Вспученный вермикулит представляет собой сыпучий пористый материал в виде чешуйчатых частиц серебристого и золотистого цветов, получаемых ускоренным обжигом до вспучивания вермикулита - гидрослюды, содержащей между элементарными слоями связанную воду. Пар, образующийся из этой воды, действует перпендикулярно плоскостям спайности и раздвигает пластинки слюды.

Начальное увеличение размеров частиц вермикулита отмечается при температуре 270 °С. Количество раскрывающихся частиц составляет 1-2 %. При температуре 370 °С число раскрывающихся частиц достигает 5-10 %, а при 470 °С практически раскрыты все частицы. Максимальное увеличение размеров частиц происходит при 900 °С. Линейное увеличение пластин вермикулита составляет 11,5 (от 4,6 до 22,2). Объемное расширение при обжиге в муфельной печи составляет 6-7, а при обжиге в открытом пламени 8-10.

Вермикулиты характеризуются катионнообменными и сорбционными свойствами. Основная роль среди обменных катионов принадлежит иону Mg. Главной причиной катионообменной способности вермикулита является гетеровалентный изоморфизм в структуре. Изоморфные замещения в вермикулите создают 80 % всей емкости катионного обмена, 20 % емкости является результатом «нарушения связей» [1]. Вермикулит обладает одной из самых высоких катионообменных способностей среди природных сорбентов, которая составляет от 43 до 116 мг-экв.

В лаборатории Экологического мониторинга было проведено моделирование очистки сточных вод хвостохранилища комбината в сорбционной колонне, заполненной вермикулитовым сорбентом. Анализ модельных растворов после очистки производился на атомно-абсорбционном спектрометре АА-7000. По результатам очистки воды промышленного стока №6 отмечено снижение концентрации загрязняющих компонентов следующим образом:

- Взвешенные вещества сухие, мг/л – при содержании в исходной воде 3,0-270 до их содержания в очищенной воде менее 3,0. Снижение концентрации происходит от 1,0 до 57,0 раз;

- Плотный сухой остаток, мг/л – при содержании в исходной воде 630-807 до их содержания в очищенной воде 51. Максимальное снижение концентрации происходит в 15 раз;

- Аммоний-ион, мг/л – при содержании в исходной воде 0,05-0,64 до их содержания в очищенной воде менее 0,05. Максимальное снижение концентрации происходит в 4 раза;

- Хлорид-ион, мг/л – при содержании в исходной воде 6,7-7,2 до их содержания в очищенной воде менее 5. Максимальное снижение концентрации происходит в 1,5 раза;

- Сульфат-ион, мг/л – при содержании в исходной воде 22,4-313,0 до их содержания в очищенной воде 6,1. Максимальное снижение концентрации происходит в 34 раза;

- Марганец, мг/л – при содержании в исходной воде 0,031-0,121 до их содержания в очищенной воде 0,004. Максимальное снижение концентрации происходит в 30 раз;

- Фосфор, мг/л – при содержании в исходной воде 0,12-0,63 до их содержания в очищенной воде менее 0,02. Снижение концентрации происходит от 3 до 25 раз;

- Стронций, мг/л – при содержании в исходной воде 0,05-3,01 до их содержания в очищенной воде 0,06. Снижение концентрации происходит от 6 до 33 раз.

Вермикулит, как природный сорбент, имеет невысокую стоимость, и в сочетании с достаточной глубиной очистки по отношению к катионам металлов, может быть использован для решения вопроса очистки сточных вод Ковдорского горно-обогатительного комбината.

Литература

1. Котельников Д.Д., Конохов А.И. Глинистые минералы осадочных пород. – М.:Недра, 1986. 247 с.
2. Тарасевич Ю.И., Овчаренко Ф.Д. Адсорбция на глинистых минералах. – Киев: «Наукова думка», 1975. 350 с.