

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента, доктора технических наук, доцента**

**Стась Галины Викторовны**

на диссертацию **Бабенко Дмитрия Александровича**

на тему «Обеспечение экологической безопасности хранения отходов  
обогащения медных руд»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 25.00.36 – Геоэкология (в горно-перерабатывающей  
промышленности)

Представленная диссертация включает оглавление, введение, 4 главы с выводами по каждой из них, заключение, библиографический список. Объем работы составляет 113 страниц машинописного текста, содержащего 15 рисунков и 12 таблиц.

Диссертация посвящена решению вопроса обеспечения экологической безопасности хранения отходов обогащения медных руд.

### **1. Актуальность темы диссертации**

Согласно государственному докладу Министерства природных ресурсов и экологии, в настоящее время в Российской Федерации образуется более 7,5 млрд тонн производственных отходов, причём за последние 20 лет эти значения увеличились в 4 раза. Среди отраслей промышленности горнодобывающая и горно-перерабатывающая отрасли являются наиболее отходоёмкими. Так, в результате добычи и переработки полезных ископаемых образуется 93% промышленных отходов от общего количества в РФ.

Среди отходов горного производства одними из наиболее опасных являются отходы обогащения сульфидных руд тяжелых металлов. Наиболее распространённым способом складирования данных отходов является их размещение в специально сконструированных гидротехнических

ОТЗЫВ

ВХ. № 272-9 от 13.09.21  
АУ УС

сооружениях – хвостохранилищах. Эксплуатация данных гидротехнических сооружений сопровождается образованием кислых дренажных вод из жидкой фазы отходов и вод инфильтрационного происхождения, вследствие окисления сульфидной серы. В результате утечек дренажных вод через основание и дамбы хранилищ происходит формирование гидрохимических ореолов и потоков загрязнения со значениями водородного показателя  $pH = 2-3$ .

Несмотря на достаточную изученность процессов складирования отходов горнодобывающей и горно-перерабатывающей промышленности, до настоящего времени актуальной задачей является разработка экологически эффективных и экономически целесообразных средозащитных мероприятий по длительному снижению негативного воздействия хвостохранилищ на компоненты природной среды с одновременной консервацией ценных компонентов в потенциальных техногенных месторождениях.

Объектом настоящего исследования является хвостохранилище Гайского горно-обогатительного комбината, введённое в эксплуатацию в 1966 году, которое представляет собой гидротехническое сооружение косогорного типа, с намывным способом складирования материала (хвостов флотации). В связи использованием вновь образующихся отходов обогащения для рекультивации отработанного карьера №2, а также введением комплекса пастового сгущения для рекультивации карьеров №1 и №3 исключается необходимость в эксплуатации хвостохранилища. Помимо отрицательного воздействия на окружающую природную среду, отходы обогащения, размещенные в хвостохранилище, имеют потенциальную ценность в качестве техногенного сырья для комплексного извлечения полезных ископаемых, поэтому возникает необходимость его консервации.

## **2. Научная новизна и практическая значимости работы**

Полученные соискателем научные результаты и защищаемые положения характеризуются научной новизной и имеют практическую значимость.

Научная новизна исследования состоит в установлении следующих зависимостей:

1. Выявлены закономерности водной миграции загрязняющих компонентов с территории хвостохранилища Гайского ГОКа, а также потерь полезных компонентов из заскладированных отходов обогащения в зависимости от кислотно-щелочных условий (pH) и характера окислительно-восстановительной обстановки (Eh).

2. Установлены зависимости эксплуатационных характеристик экранирующих материалов из вторично переработанных полимеров (полиэтилен низкого давления, полиэтилен высокого давления, полипропилен) от условий их изготовления и режимов эксплуатации.

Практическая ценность работы заключается в разработке диссертантом способа защиты компонентов окружающей природной среды от минеральных отходов предприятий минерально-сырьевого комплекса с использованием специального экранирующего материала на основе вторично переработанных полимеров.

К числу практических результатов следует отнести:

- предложено направление утилизации вторично переработанного полиэтилена низкого давления. Обоснована консервация хвостохранилища ПАО «Гайский горно-обогатительный комбинат» как потенциального техногенного полиметаллического месторождения;

- рассчитан эколого-экономический эффект от мероприятий по консервации хвостохранилища ПАО «Гайский горно-обогатительный комбинат».

### **3. Обоснованность и достоверность основных выводов и результатов диссертации**

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается значительным объёмом фактического материала, использованием

современных физико-химических методов анализа и компьютерного моделирования, сходимостью полученных результатов с исследованиями других авторов.

Главные научные результаты диссертации отражены в трех положениях, выносимых на защиту.

1. Функционирование хвостохранилища ПАО «Гайский горно-обогатительный комбинат» сопровождается потерями потенциального техногенного сырья в результате водной эрозии с формированием техногенного гидрогеохимического ореола загрязнения, площадью более 840 га, высококонтрастного по загрязняющим веществам:  $K_{(c\_Al)}=515$ ;  $K_{(C\_Cu)}=396$ ;  $K_{(C\_Zn)}=30,2$ ;  $K_{(C\_Fe)}=1216$ ;  $K_{(c\_Mn)}=23,8$ ;  $K_{(c\_Ni)}=5,7$ ;  $K_{(c\_Pb)}=11,2$ .

Первое научное положение раскрывается во второй главе диссертации. Положение базируется на результатах проведенных натурных исследований, которые показали наличие гидрогеохимических ореола загрязнения, где источником является хвостохранилище Гайского ГОКа. Кроме того, отходы обогащения содержат достаточное количество полезных компонентов для вовлечения отходов обогащения Гайского ГОКа во вторичную переработку в ближайшем будущем. В связи с этим, при выводе хвостохранилища Гайского ГОКа из эксплуатации, предлагается его консервация для сохранения ценных компонентов и предотвращения загрязнения природных вод.

2. Необходимость консервации техногенного месторождения, представленного отходами обогащения Гайского ГОКа обусловлена содержанием в них ценных компонентов: золота – 0,6 г/т (запасы порядка 50 т), серебра – 3,8 г/т (запасы порядка 300 т), меди – 0,17 % (запасы порядка 140 тыс. т), цинка – 0,7 % (запасы порядка 140 тыс. т).

Второе положение подробно описывается в третьей главе диссертации, где представлены результаты исследований физико-механических свойств вторично переработанных полимеров, их химической стойкости к воздействию агрессивной кислой и щелочной сред. Определены кривые

линии напряжения к относительному удлинению образцов вторично переработанного полиэтилена низкого давления, полиэтилена высокого давления и полипропилена, изготовленных в диапазоне температур 160-240°C с шагом 10°C. Предложена конструкция противофильтрационного экрана для консервации хвостохранилища.

3. Защита окружающей среды и сохранение потенциального минерального сырья в отходах обогащения на этапе завершения эксплуатации хвостохранилища Гайского ГОКа должно достигаться путём его консервации с применением конструкции противофильтрационного экрана, состоящего из выравнивающего слоя скальных грунтов, подстилающего слоя песка крупностью не более 3 мм и  $K_f = 10^{-4}$  м/с, мощностью до 0,15 м, полиэтилена низкого давления, толщиной слоя 3,0-4,0 мм, изготовленного при температуре исходного материала 160-190°C, дренажного слоя из песка крупностью не более 3 мм и  $K_f = 10^{-4}$  м/с толщиной до 0,15 м, слоя грунта мощностью 0,15-0,3 м и системы водоотводных канав по периметру хвостохранилища для сбора и отвода ливневых вод.

Третье научное положение раскрывается в четвертой главе, подтверждается произведенными расчетными и производственными испытаниями.

#### **4. Публикации, язык и стиль диссертации**

Диссертация написана грамотным техническим языком, основной текст обладает внутренним единством, характеризуется логичностью в изложении материала и сопровождается наглядными рисунками, графиками и таблицами. Стиль диссертации соответствует современному уровню научных работ. Библиографический список включает 46 наименований и содержит в достаточном количестве как источники на русском языке, так и работы зарубежных авторов, ссылки на которые корректно приведены в тексте.

Основные результаты диссертации прошли апробацию на научно-практических конференциях международного уровня и в достаточной степени освещены в 11 печатных работах, из них тезисы всероссийской и международных конференций – 3; статьи в сборниках конференций – 3; статьи в изданиях из Перечня ВАК – 2; статьи в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus) – 3, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ – 1.

## **5. Замечания по диссертации**

1. Результаты моделирования не обработаны математически в должном объеме, что не позволяет в полной мере понять установленные и уточненные закономерности.

2. Основание хвостохранилища находится на почвенном слое, через который происходит диффузионная вертикальная миграция загрязнителя к водоносным горизонтам. Однако этот процесс в работе не рассматривался.

3. Не объяснен физический смысл коэффициента контрастности.

4. Нет информации о классе отходов в рассматриваемом хвостохранилище.

Отмеченные замечания не снижают общей оценки полученных научных результатов.

## **6. Заключение по диссертации**

Диссертация Бабенко Дмитрия Александровича «Обеспечение экологической безопасности хранения отходов обогащения медных руд» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований предложено обеспечение экологической безопасности хранения отходов обогащения медных руд.

Автореферат и диссертация соответствуют паспорту научной специальности 25.00.36 – Геоэкология (в горно-перерабатывающей промышленности). Выводы в автореферате и диссертации позволяют судить о том, что все поставленные задачи решены.

Диссертация «Обеспечение экологической безопасности хранения отходов обогащения медных руд», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология (в горно-перерабатывающей промышленности), соответствует требованиям пунктов 2.1-2.6 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 19.12.2019 № 1755адм (с изм. от 30.09.2020 № 1270адм), а ее автор – **Бабенко Дмитрий Александрович** – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология (в горно-перерабатывающей промышленности).

Даю согласие на внесение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент,

доцент кафедры геотехнологий и  
строительства подземных сооружений

федерального государственного бюджетного

учреждения высшего образования «Тульский

государственный университет», д.т.н., доцент

Стась Галина

Викторовна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Тульский государственный университет» (ФГБОУ ВО  
"Тульский государственный университет")

Адрес: 300012, г. Тула, пр. Ленина, 92.

Телефон: +7 (4872) 25-71-06, e-mail: galina\_stas@mail.ru

