

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, доцента Бахаевой Светланы Петровны

на диссертацию **Кондаковой Вероники Николаевны**

на тему «Инженерно-геологическое обоснование размещения отходов углеобогащения в отвалах с учётом процессов техногенеза», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.3. Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр

1. Актуальность темы диссертации

В последние десятилетия наблюдается устойчивый рост объемов добычи и переработки угля. Учитывая большой спрос на уголь и стратегию энергетического развития Российской Федерации, эта тенденция сохранится и в ближайшем будущем. Интенсификация производства сопровождается формированием значительных по масштабам отвалов вскрышных, вмещающих пород и отходов обогащения. Соответственно, проблема размещения, хранения и вторичного использования углеотходов является актуальной как для угледобывающих регионов, так и для угольной отрасли страны в целом.

Обогащение происходит в основном в водной среде, поэтому многие исследования направлены на выбор оптимального оборудования и режима обезвоживания продуктов обогащения, помогающих снизить издержки обогащения и создать замкнутый водооборот. На данном этапе развития технологии позволяют обезвоживать концентрат и отходы с помощью фильтр-прессового оборудования в среднем до 30% и доставлять полусухие хвосты автотранспортом в отвал, что уменьшает себестоимость готовой продукции и минимизирует влияние производства на окружающую среду.

На сегодняшний день тема складирования полусухих отходов углеобогащения в отвалах и разработка практических рекомендаций по проектированию подобных сооружений является актуальной научной задачей, решение которой позволит уменьшить общее негативное воздействие угледобычи на окружающую природную среду.

2. Научная новизна диссертации

2.1 Определены факторы и разработана схема техногенеза, которые определяют характер постгенетических процессов для техногенных пород, формирующихся из отходов углеобогащения при их селективном складировании в полусухих отвалах.

2.2 Установлены закономерности деформирования техногенных массивов, формирующихся при селективном складировании отходов углеобогащения.

2.3 Сформулированы научно-методические принципы инженерно-геологического обоснования селективного размещения отходов углеобогащения в полусухих отвалах.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-25 от 29.05.24
АУ УС

Бахаев

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Основные научные результаты диссертационной работы отражены в трех научных положениях, выносимых на защиту.

Первое научное положение: *Обоснование комплекса инженерно-геологических исследований, необходимого для складирования отходов углеобогащения в отвалах, следует производить с учётом разработанной схемы техногенеза, отражающей изменения их состава и физико-механических свойств в зависимости от выбранных технологических схем обогащения и складирования.*

Первое научное положение раскрывается во второй главе диссертации. Для обоснования данного научного положения автором приведен детальный анализ условий формирования техногенных отложений, являющихся объектом исследования, а также природных и техногенных факторов, определяющих их состав и свойства. Разработана схема преобразования складированных в насыпных массивах отходов углеобогащения на основании теории технолитогенеза. Данная схема демонстрирует особенности процесса трансформации, которые необходимо учитывать при проектировании отвальных насыпей.

Второе научное положение: *Наращивание высоты отвалов угольных обогатительных фабрик при селективном складировании отходов определяется исходным составом отходов, их фильтрационными свойствами, технологической схемой складирования и контролируется развивающимся в массиве избыточным поровым давлением.*

Для обоснования второго научного положения в третьей главе диссертации проведен значительный объем лабораторных исследований состава и свойств изучаемого материала с применением современного оборудования и технологий обработки полученных результатов. Исследования тонкодисперсных отходов углеобогащения методом одноплоскостного среза и трёхосного сжатия показали, что в отходах флотации может возникать избыточное поровое давление, которое необходимо учитывать при раздельном складировании отходов углеобогащения и выборе оптимальных параметров отвалов.

Третье научное положение: *Инженерно-геологическое обоснование безопасных условий отвалообразования при селективном размещении отходов углеобогащения различного типа в отвалах следует осуществлять на базе разработанной системы прогноза и мониторинга их состояния, включающего инженерно-геологические, гидрогеологические, деформационные и технологические составляющие с привлечением численного моделирования.*

Третье научное положение раскрывается в четвертой главе диссертации, основывается на полученных в ходе работы научных и практических результатах и касается обоснования мониторинговых наблюдений на отвале, сложенном исследуемыми породами. Научная новизна заключается в систематизации знаний по обеспечению безопасности техногенных массивов, принципа прогнозирования и мониторинга геомеханических процессов, а также представлении материала в виде системы управления состоянием отвала отходов углеобогащения. Предложенный комплекс мероприятий по мониторингу детально изложен

и проиллюстрирован конкретными примерами, что делает применимым и значимым внедрение полученных результатов на объектах складирования отходов углеобогащения.

4. Научные результаты, их ценность

Основными научными результатами, полученными в результате проведения исследований, являются:

1) Схема техногенеза отходов углеобогащения, селективно складированных «сухим» способом в один отвал с учетом размещения в секциях отвала отходов флотации, обезвоженных до влажности 30%;

2) Диапазон угла внутреннего трения отходов флотации ($15 - 30^\circ$), изменяющегося в зависимости от их состояния при принятых параметрах складирования, установленный лабораторными исследованиями;

3) Система управления состоянием объектов «сухого» селективного складирования отходов углеобогащения, регулируемая результатами комплексного мониторинга.

Исследования, проведенные автором, позволили разработать подход к инженерно-геологическому обоснованию селективного размещения отходов углеобогащения в отвалах, и их безопасному складированию.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 7 печатных работах, в том числе 1 статье – в издании из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (*из перечня ВАК*), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международную реферативную базу данных и системы цитирования *Scopus*; получено Свидетельство о государственной регистрации базы данных физико-механических свойств техногенных грунтов.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая значимость:

1) Теоретически и экспериментально обоснованы процессы формирования физико-механических свойств отходов углеобогащения в зависимости от применяемой на предприятии технологии обогащения и выбранной схемы полусухого складирования.

2) Обоснованы характеристики физико-механических свойств отходов углеобогащения Печорской центральной обогатительной фабрики для определения рациональных параметров полусухих отвалов при селективной укладке отходов гравитационного и флотационного обогащения угля.

Практическая значимость:

1) Разработаны рекомендации по обеспечению устойчивости полусухих отвалов угольных обогатительных фабрик на основании организуемого по результатам численного моделирования комплексного мониторинга их устойчивости.

2) Результаты исследования использовались при разработке проекта реконструкции обогатительной фабрики в виде экспериментальных данных по исследованию физико-механических свойств отходов углеобогащения, а также рекомендаций по размещению отходов углеобогащения на участках их складирования в рамках деятельности ООО «СПб-Гипрошахт», что подтверждено актом внедрения от 07.09.2023 от ООО «СПб-Гипрошахт».

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Полученные результаты исследования использовались при разработке проекта реконструкции Печорской обогатительной фабрики в виде экспериментальных данных по исследованию физико-механических свойств отходов углеобогащения, а также рекомендаций по размещению отходов углеобогащения на участке их складирования. Обоснованные характеристики физико-механических свойств исследуемых отходов углеобогащения можно также использовать для определения рациональных параметров насыпных отвалов на схожих объектах, где рассматривается вероятность селективной укладки отходов гравитационного и флотационного обогащения.

Результаты исследований полезны в дальнейшей работе над темой, которую рекомендуется расширить на отходы обогащения других типов, в особенности обезвоженные отходы флотации и другие слабоизученные техногенные отложения.

7. Замечания и вопросы по работе

7.1 Во второй главе диссертации подробно изложена технология процесса обогащения на Печерской обогатительной фабрике, анализ которой позволил разработать схему техногенеза, отражающую факторы, влияющие на изменение состава и физико-механических свойств отходов. При этом результаты выполненных автором лабораторных исследований физико-механических свойств отходов углеобогащения представлены в третьей главе диссертации. Поэтому при прочтении второй главы неясно как должен изменяться комплекс инженерно-геологических исследований, необходимый для складирования отходов углеобогащения в отвалах в зависимости от выбранных технологических схем обогащения и складирования.

7.2 Автором приведены результаты и анализ изучения состава и свойств отходов углеобогащения Печерской обогатительной фабрики. При этом исследования отходов, подтверждающие зависимость высоты отвалов отходов углеобогащения от исходного состава отходов, их фильтрационных свойств и технологической схемы складирования в диссертации отсутствуют.

Для распространения формулировки второго защищаемого научного положения на другие объекты складирования отходов углеобогащения, требуются дополнительные исследования с выходом на уравнение регрессии, подтверждающего влияние факторных показателей (состав отходов, их фильтрационные свойства, технологические схемы складирования отходов) на результативный (высоту отвала).

7.3 В диссертации, помимо принятых, не рассмотрены другие параметры создания техногенных объектов для «сухого» складирования отходов углеобогащения, хотя их изменение, и прежде всего размеры секций для складирования отходов флотации, будет оказывать существенное влияние на формирование напряженно-деформируемого состояния в отвале и, соответственно, на скорость рассеивания порового давления.

7.4 В тексте диссертации, автор использует термин «сухое» складирования отходов углеобогащения. Что не совсем корректно, так как влажность отходов достигает 30%, следует говорить о полусухом складировании. Поэтому в таком массиве и возникает поровое давление. При складировании сухих отходов поровое давление не возникает.

Замечания носят рекомендательный характер для последующих исследований автора диссертации

8. Заключение по диссертации

Диссертация на тему «**Инженерно-геологическое обоснование размещения отходов углеобогащения в отвалах с учётом процессов техногенеза**», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.3. Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденным приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор **Кондакова Вероника Николаевна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности **2.8.3. Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр**.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры маркшейдерского дела и геологии горного института федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», д.т.н., доцент

Бахаева Светлана Петровна

Бахаева - 22 июля 2024 г.

Подпись Бахаевой Светланы Петровны заверяю

Подпись Бахаевой С.П.

Сведения об официальном оппоненте

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» 2024 г.

Почтовый адрес: 650000, Кемеровская область – Кузбасс, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28:

Официальный сайт в сети Интернет: <http://kuzstu.ru/>

Эл.почта: rector@kuzstu.ru; kuzstu@kuzstu.ru. Телефон: +7(3842)396960.

Бахаева -