

4. Панов В.В., Мисников О.С., Купорова А.В. Проблемы и перспективы развития торфяного производства в Российской Федерации // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-техн. журнал). 2017. № 5. С. 105–117.

5. Мисников О.С., Тимофеев А.Е., Михайлов А.А. Анализ технологий разработки торфяных месторождений в странах дальнего и ближнего зарубежья // Горный информационно-аналитический бюллетень. М: МГГУ, 2011. № 9. С. 84-92.

6. Купорова А.В., Ермияш Д.М., Пухова О.В. Направления осушения месторождений в геотехнологиях торфа и сапропеля Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: МГГУ, 2011. Т. 11. С. 36-40.

7. Чураев Н.В. Механизм переноса влаги в капиллярно-пористых телах // ДАН СССР, 1963. Т. 148. № 6.

8. Афанасьев А.Е., Чураев Н.В. Оптимизация процессов сушки и структурообразования в технологии торфяного производства. М.: Недра, 1992. 288 с.

9. Мисников, О.С. Физико-химические основы торфяного производства: учебное пособие / О.С. Мисников, О.В. Пухова, Е.Ю. Черткова. Тверь: ТвГТУ, 2015. 160 с.

10. Мисников О.С. Физические процессы структурообразования при сушке погретенных сапропелей: Автореф. дис. ... кандю техн. Наук. Тверь: ТГТУ, 1997. 20 с.



УДК 622.693.2

## **РЕШЕНИЯ ПО ВЫСОТНОМУ СКЛАДИРОВАНИЮ ГАЛИТОВЫХ ОТХОДОВ НА ШЛАМОВЫЕ ОСНОВАНИЯ**

**Кологривко А.А., Кузьмич В.А.**

*Белорусский национальный технический университет,  
г.Минск, Республика Беларусь*

*Изложены результаты научных и технических решений по высотному складированию галитовых отходов на отработанное шламохранилище ИРУ ОАО «Беларуськалий». По результатам модельных исследований представлены обобщенные результаты решений по формированию пласт-плиты из галитовых отходов на слабом шламовом основании способами гидронамыва и сухой отсыпкой. Даны решения по формированию пласт-плиты, обеспечивающие надежность устройства конвейерного уклона для эксплуатации солеотвала.*

*Ключевые слова: солеотвал, шламохранилище, галитовые и шламовые отходы, гидронамыв, сухая отсыпка, пласт-плита*

Перед калийной отраслью Республики Беларусь остро стоит решение экологической задачи по рациональному размещению системно накапливаемых и хранящихся в больших объемах галитовых отходов обогащения калийных руд ОАО «Беларуськалий» (Рисунок 1).





**Рис. 2. Отвальное хозяйство солеотвала 1РУ ОАО «Беларуськалий» (по материалам Яндекс Карты)**



**Рис. 3. Ситуационная составляющая хвостового хозяйства 1РУ ОАО «Беларуськалий» (по материалам Яндекс Карты)**

Проведенный ситуационный анализ и накопленный научный потенциал и производственный опыт в части складирования галитовых отходов, совместного складирования галитовых и шламовых отходов на отработанное шламохранилище ЗРУ, анализ условий складирования

галитовых отходов на отработанное шламохранилище 2РУ, позволяют предложить возможность складирования галитовых отходов обогащения в условиях 1РУ на примыкающее к солеотвалу отработанное шламохранилище №3 [1]. Реализация проектных решений включает строительство способом гидронамыва пласт-плиты на шламохранилище с последующим сооружением конвейерного уклона из галитовых отходов сухой отсыпкой [2].

Шламохранилище представляет собой чашу, заполненную шламовыми грунтами от твердой до жидкой консистенции. На дно уложен противодиффузионный экран, выполненный из противодиффузионной пленки в один слой. Шламохранилище подвержено подработке. Характеристика геологического строения чаши шламохранилища и инженерно-геологических свойств шламовых грунтов представлена по результатам инженерных изысканий и лабораторных исследований. При изучении свойств шламовых грунтов особое внимание уделялось определению качественного состояния, как определяющего поведение их в шламохранилище. На основе анализа данных исследовательских выработок, анализа инженерно-геологического строения чаши отработанного шламохранилища в горно-геологической информационной системе Micromine проведен анализ распределения физико-механических и водно-физических свойств шламовых грунтов, что определило шламохранилище как заполненное избыточно-засоленными шламовыми грунтами от текучей до твердой консистенции и частично сверху залитого рассолами от центральной к северо-западной и северо-восточной зонам с придамбовым ограничением [3].

Установлено, что наиболее приемлемым является вариант высотного складирования со строительством конвейерного уклона на площади отработанного шламохранилища №3 [4]. Для возможности строительства конвейерного уклона на первом этапе возможно рассмотреть условия, способствующие устройству гидронамывом пласт-плиты из галитовых отходов на слабое основание, сложенное шламовыми грунтами с последующим строительством уклона сухой отсыпкой из галитовых отходов с его максимальным углом наклона  $6,8^\circ$ , что позволит обеспечить выход на отметку солеотвала  $+315,0$  м. При этом, в условиях организации складирования двумя отвалообразователями в пределах существующей площади солеотвала возможно обеспечить дополнительное складирование около 150 млн т галитовых отходов.

Основанием для принятия такого решения выступает анализ производственного опыта и многолетняя практическая реализация

технологии формирования на ЗРУ солеотвала способом гидронамыва на отработанном шламохранилище [1].

Созданная блочная геомеханическая модель в горно-геологической информационной системе Micromine Origin & Beyond для условий отработанного шламохранилища №3 дает возможность повысить безопасность и эффективность исследовательских работ [4].

Исследования геологических параметров слабого основания для условий складирования отходов обогащения, учет физико-механических и водно-физических свойств шламовых грунтов в модели геологического строения отработанного шламохранилища позволит прогнозировать локальное влияние параметров на эффективное и безопасное высотное складирование галитовых отходов способом гидронамыва и сухой отсыпки. Так, совместно с коллегами из Белорусского государственного университета исследован численным моделированием процесс формирования гидронамывом и сухой отсыпкой пласт-плиты на отработанном шламохранилище с последующим сооружением и эксплуатацией из галитовых отходов конвейерного уклона сухой отсыпкой на слабом основании, изучено напряженно-деформированного состояния насыпного сооружения.

Моделирование проводилось в несколько основных этапов, включающие моделирование начального напряженно-деформированного состояния конструкций шламохранилища и солеотвала, моделирование послойного гидронамыва галитовыми отходами с формированием пласт-плиты на слабом основании, моделирование сухой отсыпки галитовых отходов. Модельная задача решалась в трехмерной постановке. Все объекты общей исследуемой системы при построении компьютерных расчетных моделей рассматривались как линейно-деформируемые однородные изотропные тела.

В результате установлено, что пласт-плита, формируемая сухой отсыпкой на слабом основании не обеспечивает надежную прочность отсыпанных слоев. Вариант формирования пласт-плиты гидронамывом, в сравнении с сухой отсыпкой является приоритетным. Строительство конвейерного уклона на пласт-плите из галитовых отходов, сформированной гидронамывом на слабом шламовом основании в сравнении с ее сухой отсыпкой является оптимальным решением для рассматриваемого случая и надежным вариантом, обеспечивающим дальнейшую эксплуатацию солеотвала.

#### **Библиографический список:**

1. Колозривко, А.А. Складирование глинисто-солевых шламов при расширении солеотвалов на отработанных шламохранилищах / А.А. Колозривко // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2016. – Вып. 2. – С. 21–28.

2. Кологривко, А.А. Снижение техногенеза в районе работ сильвинитовых обогатительных фабрик / А.А. Кологривко, В.А. Кузьмич // *Инновация – 2023: сб. науч. ст. XXVII Междунар. науч.-практич. конф., Ташкент, 26-27 окт. 2023 г. / Ташкентский гос. техн. ун-т им. Ислама Каримова [и др.]*. – Ташкент: 2023. – С. 161-164.

3. Кологривко, А.А. Исследование и учет физико-механических и водно-физических свойств шламовых грунтов отработанного шламохранилища / А.А. Кологривко, В.А. Кузьмич // *Горная механика и машиностроение*. – 2023. – №3. – С. 28-35.

4. Журавков, М.А. Создание блочной геомеханической модели отработанного шламохранилища в горно-геологической информационной системе *Microtine Origin & Beyond* / М.А. Журавков, А.А. Кологривко, В.А. Кузьмич, М.А. Николайчик // *Горная механика и машиностроение*. – 2023. – №1. – С. 13–22.



УДК [552.577;53]:553.982

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ТОРФА НА НЕФТЬ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОРФА**

**Алексеева С.Ю, Мокроусова И.В, Лаптева С.Б.**

*Тверской государственный технический университет, г. Тверь, Россия*

*Проведена оценка нефтепоглощательной способности и емкости сорбции торфа в зависимости от его физико-технических свойств. Установлено, что существует связь между рядом свойств торфа и его способностью сорбировать нефть.*

*Ключевые слова: торф, растения-торфообразователи, степень разложения, влажность, зольность, плотность, емкость сорбции, нефть, нефтепоглощательная способность.*

Торф представляет собой сложную многокомпонентную полидисперсную высокомолекулярную систему, состоящую из органической, минеральной и водной компонент. При использовании торфа в качестве сорбента, важно изучить основные его свойства и определить степень их влияния на его нефтеемкость.

Торф является природным сорбентом гидрофильного типа, способным поглощать и удерживать воду, а также сорбировать газы.

Для практического использования торфа наряду с регулированием его водных свойств важно изыскать пути увеличения его сорбционной способности по отношению к неполярным веществам. Это позволит использовать торфа в качестве сорбента для очистки сточных