

*Иногамов Ибрагим Илхамович*

*доцент, к.т.н.*

*Рахимова Мухлиса Хасановна*

*доцент, PhD,*

*Шамсиева Насиба маматкуловна*

*старший преподаватель*

*Акбархонов Саидбурхон Козимхон угли*

*ассистент*

*Кафедра Маркшейдерского дела и геодезии,*

*Ташкентский государственный технический университет,*

*Ташкент, Узбекистан*

## **МОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ХВОСТОВЫХ ХОЗЯЙСТВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ**

### **АННОТАЦИЯ**

В тексте рассматривается процесс рекультивации дамб хвостохранилищ. В нем представлен обзор хвостохранилищ, их негативное влияние не только на окружающую среду, но и на жизнь людей в результате аварий на них, рассмотрены меры и предложения по ликвидации или снижению негативного воздействия этих свалок в условиях современного экологического кризиса, а также шаги по их рекультивации.

**Ключевые слова:** хвостохранилище, мониторинг по экологическому безопасности, экология, окружающая среда, природные ресурсы, загрязнение, рекультивация.

## **MONITORING TECHNOGENIC IMPACTS OF MINING TAILINGS MANAGEMENTS ON THE ECOLOGICAL ENVIRONMENT**

### **ANNOTATION**

The text discusses the process of remediation of tailings dams. It provides an overview of tailings dumps, their negative impact not only on the environment, but also on people's lives as a result of accidents on them, measures and proposals for eliminating or reducing the negative impact of these dumps in the context of the current environmental crisis are considered, as well as steps for their reclamation.

**Key words:** tailings dump, environmental safety monitoring, ecology, environment, natural resources, pollution, reclamation.

В настоящее время важное значение приобретает проблема охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов [29].

Повышение действенности контроля за улучшением использования земельных ресурсов требует совершенствования методов маркшейдерских наблюдений за деформациями бортов карьеров, отвалов и дамб хвостохранилищ, исследования динамики нарушения устойчивости откосов и разработки инженерного метода расчета устойчивости дамб хвостохранилищ [4, 29]

Хвостохранилища – это сооружения, используемые для хранения отходов горнодобывающей промышленности, таких как песок, ил и химикаты, образуемые при переработке полезных ископаемых [14,24]. Эти плотины часто имеют большие размеры и могут содержать токсичные вещества, которые представляют опасность для окружающей среды и близлежащих населенных пунктов [26]. Поэтому крайне важно восстановить эти плотины, чтобы свести к минимуму воздействие на окружающую среду и потенциальную опасность, которую они представляют.

Хвостохранилища горнодобывающих предприятий могут оказывать вредное воздействие на окружающую среду несколькими способами:

1. Загрязнение воды. Хвосты, представляющие собой отходы, образующиеся при добыче полезных ископаемых, часто содержат различные токсичные вещества, такие как тяжелые металлы (например, ртуть, свинец, мышьяк). При отсутствии надлежащего управления эти хвостохранилища могут загрязнить близлежащие водоемы и источники подземных вод, что приведет к серьезному загрязнению воды [10]. Это загрязнение может нанести вред водной жизни, разрушить экосистемы и сделать воду непригодной для использования человеком.

2. Загрязнение почвы. Когда отходы хвостохранилища сбрасываются на землю, они могут загрязнять почву химическими загрязнителями. Это загрязнение может отрицательно повлиять на плодородие и продуктивность почвы, делая ее непригодной для сельского хозяйства или других видов землепользования. Это также может повлиять на растительность и нарушить естественные экосистемы.

3. Загрязнение воздуха. Хвостохранилища могут выбрасывать в атмосферу частицы пыли и другие переносимые по воздуху загрязняющие вещества [17]. Эти частицы могут содержать вредные вещества, такие как тяжелые металлы или асбестовые волокна, и могут рассеиваться на большой территории, влияя на качество воздуха и здоровье человека.

4. Разрушение земель и среды обитания. Строительство хвостохранилищ часто требует расчистки больших территорий, включая растительность и места обитания диких животных. Это разрушение может привести к потере

биоразнообразия и перемещению или исчезновению некоторых видов, нарушая местные экосистемы.

5. Кислотные дренажи шахт. Некоторые типы хвостов, особенно содержащие сульфидные минералы, могут выделять кислоту при воздействии воздуха и воды. Это явление, известное как кислотный дренаж шахт, приводит к образованию серной кислоты, которая может еще больше загрязнять близлежащие водоемы, убивать водную жизнь и наносить ущерб окружающим экосистемам.

6. Долгосрочное воздействие. Хвостохранилища могут представлять экологический риск даже после закрытия горнодобывающих предприятий. Если эти объекты не будут должным образом восстановлены или не будут управляться должным образом, токсичные вещества из хвостохранилищ могут продолжать выщелачиваться в окружающую среду в течение многих лет, что приведет к стойкому загрязнению и деградации экосистемы [2, 3].

Обеспечение промышленной и экологической безопасности объектов хранения отходов горнопереработки связано с необходимостью анализа воздействия объектов хранения отходов на все компоненты окружающей среды, их систематизации, классификации их последствий с целью выявления экологических проблем осваиваемых территорий и разработки перспективных направлений природоохранной деятельности [7].

Вопросы комплексного системного подхода, установления причинно-следственных связей технологических приемов эксплуатации объектов и состояния окружающей природной среды, систематизации техногенных воздействий и их последствий, разработки методов экологического картографирования, инженерно-экологического районирования и разработки природоохранных технологий рассматриваются в работах В.А.Богословского, Б.В.Виноградова, А.Е.Воробьева, А.С.Герасимовой, М.А.Глазовской, Г.А.Голодковской, Т.Я.Емельяновой, А.Д.Жигалина, Б.А.Иванова, Н.С.Касимова, А.А.Касьяненко, В.А.Королева, Ф.В.Котлова, Н.С.Красиловой, М.Б.Куринова, А.Б.Лолаева, Г.Г.Мирзаева, В.И.Осипова, В.Т.Трофимова, К.О.Цурикова, А.Л.Чеховского и ряд азарубежныхавторов [5, 7, 11, 16].

Сегодня ни для кого не секрет, что экологическая обстановка в Узбекистане становится все хуже и хуже, и наши экологи сетуют на необходимость скорейшего решения этой проблемы. На территории Республики Узбекистан продолжает сохраняться высокий уровень техногенных и природных опасностей как главный источник различных видов чрезвычайных ситуаций. Основными причинами техногенных аварий и катастроф в республике являются высокий износ основных производственных фондов,

низкие темпы обновления этих фондов, повышение технологической опасности и сложности производства, транспортировки, хранения и использования вредных веществ, материалов и изделий, а также накопление отходов производства.

В Узбекистане основным способом удаления отходов является их складирование на объектах размещения – полигонах, хвостохранилищах, шламонакопителях, свалках. Насчитывается более трехсот объектов размещения. Подавляющее большинство из них не оборудовано системой контроля и не отвечает экологическим требованиям [20]. В регионах Узбекистана, особенно в городах, всё более ухудшается ситуация по загрязнению воздуха, не организована системная работа по снижению нагрузки выбросов в атмосферу. Состояние полигонов отходов продолжает не соответствовать экологическим и санитарным требованиям, затягивание внедрения технологий переработки и утилизации отходов порождают угрозу их превращения в будущем в проблему на уровне экологической катастрофы.

Ежегодный объем образования отходов производства и потребления в стране составляет более 100 млн тонн, из них свыше 14 процентов – токсичные. Объем утилизируемых отходов составляет около 0,2 процента, а вся остальная масса складывается в накопителях на территориях предприятий и незначительная часть – на полигонах, свалках. Наибольший объем отходов, который составляет порядка 90 млн тонн в год, образуется на предприятиях горнодобывающей и перерабатывающей промышленности. В горнопромышленном комплексе на отвалах месторождений накоплено свыше 1,25 млрд кубометров вскрышных пород. В хвостохранилищах размещено свыше 1,3 млн тонн отходов обогащения руд, а в специальных отвалах накоплено большое количество шлаков металлургического производства. Ежегодно по комплексу образуется 25 млн кубометров вскрышных пород, 42 млн тонн отходов обогащения и 300 тысяч тонн шлаков металлургического передела [8, 21].

В составе вскрышных пород Ангреноского угольного месторождения содержатся полезные компоненты: каолины вторичные и первичные, известняки, суглинки, мергели, песчаники и др. Общий объем добычи каолина составляет 6 млн тонн, из которого фактически используется не более 5-6 процентов.

В отраслях цветной и черной металлургии ежегодно образуется около 300 тысяч тонн шлаков металлургического производства. Отходы энергетики, машиностроения, пищевой и легкой промышленности представляют отходы различного состава и класса опасности [1].

Основными отходами химического производства по-прежнему остаются фосфогипс, лигнин, марганцевый шлам, кек серы, а также различные промышленные стоки. Сохраняются и объемы их образования – 68-70 млн тонн фосфогипса, около 15 млн тонн лигнина, 10 млн кубометров жидких отходов .

Вскрыша месторождений АГМК, НГМК и отходы предприятий химического производства образовали «рукотворные горы», проблема использования и переработки которых не решена. Предприятия требуют дополнительного отвода земель. Между тем отвалы, хвостохранилища, шламонакопители и золошлакоотвалы – активные источники загрязнения атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод.

Радиоактивные отходы – еще одна серьезная проблема, о которой стоит сказать особо. Добыча радиоактивных руд на территории Узбекистана и в прилегающих районах стала реальностью еще в начале прошлого столетия, но особенно усилилась в 40-е годы прошлого столетия. За этот период сформировалось около 150 участков радиоактивного загрязнения. В процессе добычи урана на территории республики скопилось множество отвалов как горной добычи урана, так и подземного выщелачивания, требующих дезактивации и рекультивации по специальной программе.

Особого внимания требуют хвостохранилища, в которых сосредоточены радиоактивные отходы уранового производства. На территории Узбекистана и на смежных площадях Таджикистана и Кыргызстана находятся хвостохранилища, в которых сосредоточено значительное количество радионуклидов. Обоснованную тревогу, как было отмечено, вызывает состояние хвостохранилищ месторождения Майлуу-Суу.

Исходя из вышеперечисленных проблем, важна разработка мер по мониторингу и рекультивации дамб хранения опасных отходов и отходов обогатительных фабрик, расположенных на территории республики.

Рекультивация хвостохранилищ — сложный и трудоемкий процесс, требующий тщательного планирования, управления и мониторинга. Однако это важно для смягчения воздействия горнодобывающей промышленности на окружающую среду и обеспечения долгосрочной устойчивости пострадавших территорий [12, 22]. Восстанавливая хвостохранилища, мы можем восстановить земельные и водные ресурсы, способствовать экологическому балансу и защитить здоровье и благополучие сообществ, живущих поблизости.

Процесс рекультивации начинается с оценки устойчивости дамбы хвостохранилища и оценки экологических рисков, которые она представляет. Это включает в себя анализ целостности конструкции плотины, изучение химического состава хранящихся материалов и оценку возможности

загрязнения подземных вод [4, 10, 27]. После завершения оценки разрабатывается план рекультивации. Этот план включает стратегии по стабилизации плотины и предотвращению дальнейшей эрозии.

Помимо стабилизации физической структуры плотины, процесс рекультивации также направлен на обработку хранящихся материалов. Тяжелые металлы и другие вредные химические вещества необходимо нейтрализовать или удалить, чтобы предотвратить загрязнение грунтовых вод и прилегающих территорий. Для достижения этой цели могут быть использованы различные методы, такие как нейтрализация, фильтрация и химическая обработка.

На протяжении всего процесса рекультивации необходим мониторинг. Регулярный мониторинг гарантирует, что плотина остается стабильной, надлежащий контроль за загрязнением и охрана окружающей среды [18, 19]. Он включает в себя регулярные проверки, отбор проб воды и почвы и оценку успеха восстановления растительного покрова.

Устранение вредного воздействия хвостохранилищ требует ответственной практики добычи полезных ископаемых, адекватных систем управления отходами и использования безопасных и устойчивых альтернатив захоронению хвостохранилищ. Оценка воздействия на окружающую среду, строгие правила, надлежащий мониторинг и меры по восстановлению необходимы для минимизации негативных последствий для окружающей среды.

На наш взгляд предлагаемыми мерами являются:

1. Внедрить надлежащие системы локализации и очистки: разработать и обеспечить соблюдение строгих правил, которые требуют от горнодобывающих компаний надлежащего хранения и обработки хвостов для предотвращения утечек и просачивания в окружающую почву и водоемы. Этого можно достичь за счет использования непроницаемых прокладок, регулярного наблюдения и применения эффективных методов лечения.

2. Пропагандировать экологически безопасные методы добычи полезных ископаемых. Поощрять горнодобывающие компании применять экологически безопасные методы добычи полезных ископаемых, такие как сокращение использования токсичных химикатов и содействие переработке и повторному использованию воды в процессе добычи полезных ископаемых. Минимизируя образование хвостов, в первую очередь, можно значительно снизить вредное воздействие на окружающую среду.

3. Реабилитация и рекультивация заброшенных хвостохранилищ: определить приоритетность реабилитации и рекультивации заброшенных

хвостохранилищ для предотвращения дальнейшей деградации окружающей среды. Это может включать удаление и переработку хвостохранилищ, а также восстановление растительности и экосистем на пострадавших территориях.

4. Поощрять использование альтернативных технологий: изучать и поддерживать разработку и внедрение альтернативных технологий управления хвостохранилищами.

5. Содействовать исследованиям и инновациям. Инвестировать в исследования и разработки для выявления инновационных решений по безопасному захоронению и управлению хвостохранилищами. Это может включать изучение природных процессов, которые могут помочь устранить вредное воздействие хвостохранилищ, а также разработку новых технологий обработки и локализации хвостохранилищ.

6. Информированность и участие общественности: Повысить осведомленность общественности об опасностях, связанных с хвостохранилищами, и важности надлежащего управления. Вовлечь местные сообщества и заинтересованные стороны в процессы принятия решений, связанные с горнодобывающей деятельностью и управлением хвостохранилищами, гарантируя, что их проблемы будут услышаны и решены.

7. Обеспечить соблюдения строгих экологических норм: укрепить нормативно-правовую базу и строго соблюдать экологические нормы, связанные с управлением хвостохранилищами. Ввести штрафы за несоблюдение требований и обеспечить регулярный мониторинг и проверки горнодобывающих предприятий для обеспечения соблюдения экологических стандартов.

8. Долгосрочный мониторинг и обслуживание: разработать долгосрочные программы мониторинга и обслуживания для оценки эффективности мер по управлению хвостохранилищами и оперативного решения любых потенциальных проблем или рисков. Регулярный мониторинг может помочь выявить любое потенциальное воздействие на окружающую среду и обеспечить своевременное вмешательство для предотвращения дальнейшего ущерба.

9. Снижение уровня загрязнения окружающей природной среды по всей территории республики до экологических норм.

10. Совершенствование и дальнейшее внедрение экономического механизма регулирования взаимодействия государственных органов различных уровней и природопользователей, включение экологических требований в процедуру оценки социально-экономической эффективности принимаемых управленческих решений.

11. Разработка карты поврежденных территорий и их кадастра. Изучение состава вредных веществ, попадающих в экологию и окружающую среду территорий расположения дамб хвостохранилищ, и создание их картограммы. Создание единой системы экологического мониторинга, прогноза и информации.

12. Углубление сотрудничества с мировым сообществом в решении экологических проблем.

### Список литературы:

1. Markov A., Kazakov A., Haqberdiyev M., Muhitdinov Sh., Rahimova M. On the calculation of tectonic stresses in the earth's crust of SouthWestern Uzbekistan. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 937 (2021) 042087 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/937/4/042087, 2021

2. Аксенов С.Г., Жабовский В.П. Проблемы безопасности накопителей промстоков (хвостохранилищ, шламохранилищ и гидроотвалов) промышленных предприятий и пути повышения их устойчивой работы //Белгород: ГУПВИОГЕМ, № 1, 1997 – С. 127-132.

3. Бутюгин В.В., Гулан Е.А., Геодинамическая и геоэкологическая безопасность хвостохранилищ в Норильском промышленном районе. (материал интернета) 2005. – С. 122-126.

4. Временные методические рекомендации по расчету зон при внезапном прорыве ограждающих дамб хвостохранилищ. – Белгород: ВИОГЕМ, 1981. – 22 с.

5. Гальперин А.М., Кутепов Ю.И., Круподеров В.С., Семенов О.Д. Мониторинг и освоение техногенных массивов на горных предприятиях //М.: ГИАБ, 2009. – С. 131-142.

6. Гидротехнические сооружения: Справочник проектировщика /Под ред. В.П.Недриги. – М.: Стройиздат, 1983. – 543 с.

7. Гулан Е.А. Оценка воздействий хвостохранилищ на окружающую среду криолитозоны. (например Норильского промышленного района). Автореферат диссер. на соискание уч. степ. кан. тех. наук. – Москва 2005, С. 24.

8. Закон Республики Узбекистан. О безопасности гидротехнических сооружений. 20.08.1999 г., № 826-І.

9. Иногамов И.И., Рахимова М.Х. Обоснование устойчивости отвалов вскрышных пород маркшейдерскими наблюдениями с использованием автоматизированных технологий. // Республиканская научно-техническая конференция “Геодезические и маркшейдерские проблемы ведения



кадастровых работ на объектах горно-металлургической отрасли”. – Ташкент, 2018 – С. 119-124.

10. Инструкция по организации и проведению натуральных наблюдений на хвостохранилищах обогатительных фабрик: - Белгород, изд. НИИ ВИОГЕМ, 1979. – 38 с.

11. Кириченко Ю.В. Инженерно-геологическое обеспечение экологической безопасности формирования техногенных массивов. /Автореф. дис. на соиск. учен. степ. д.т.н.. – Москва, 2001. – 383 с.

12. Классификация объектов отходов горнодобывающей промышленности. Заключительный отчет. Подготовлено DHI Water Environment Health (Вода, окружающая среда, здоровье) в сотрудничестве с SGI, Шведский геотехнический институт и AGH, Университет науки и технологии, Краков. Европейская комиссия, 2007. – 204 с.

13. Ковалёв Н.В., Рахимова М.Х., Гозиев И.Р. Разработка проекта маркшейдерско-геодезического мониторинга с целью слежения за устойчивостью и состояния дамбы хвостохранилища МОФ (АГМК). // Международная научно-практическая online конференции «Интеграция науки, образования и производства - основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №13), посвященную 30-летию независимости Республики Казахстан. – Караганда, Казахстан, 2021. – С.1200-1203

14. Мирмахмудов Э.Р., Ковалёв Н.В., Ниязов В.Р., Рахимова М.Х. Оптимальный метод проектирования геодезической сети сгущения вблизи карьера. // Научный журнал. Universum: Технические науки. № 6(87), 2021 – № 6(87), Часть 1. – С. 83-88 <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/687> ISSN : 2311-5122 DOI - 10.32743/UniTech.2021.87.6.11986.

15. Мирмахмудов Э.Р., Хасанов Ш.И., Рахимова М.Х. Построение цифровой модели рельефа окрестности карьера по топографическим картам. // Международный научно-практический журнал. XIII Глобальные науки и инновации 2021: Центральная азия. – Нур-Султан, Казахстан, 2021. – С 29-33.

16. Мосейкин В.В. Геолого-экологическая оценка намывных техногенных массивов хранилищ горнопромышленных отходов /Диссер. на соис. уч. степени д.т.н. – М.: МГГУ, 2000. – 359 с.

17. Немировский А.В. Разработка метода формирования намывного хвостохранилища, устойчивого к ветровым потокам /Дис. на соис. кан.тех.наук. – Москва, 2016. – 131 с.

18. Низаметдинов Ф.К, Портнов В.С, Низаметдинов Н.Ф. Совершенствование способов инструментальных наблюдений прибортовых массивов на карьерах. - Алматы: КазНТУ, 2006.

19. Нурпеисова М.Б., Касымканова Х.М., Кыргызбаева Г.М. и др. Методические указания по наблюдениям за деформациями бортов, анализ их результатов и оценки устойчивости. – КазНТУ, Алматы, 2003. – 33 с.
20. Постановление Президента Республики Узбекистан №УП-4124 от 17.01.2019 г. «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности предприятий горно-металлургической отрасли».
21. Правила «О безопасности работ при эксплуатации хвостовых хозяйств». [Зарегистрирован Министерством юстиции Республики Узбекистан 31 мая 2006 г.].
22. Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов (ПБ 03-438-02).
23. Правила безопасности при эксплуатации хвостовых, шламовых и гидроотвальных хозяйств. - НИИ ВИОГЕМ Минпрома России, 1997. – 98 с.
24. Рахимова М.Х. Контроль за состоянием хвостохранилищ. // Science time. Материалы Международных научно-практических мероприятий Общества Науки и Творчества. – Казань, 2019 – №10 – С. 66-71.
25. Рахимова М.Х. Определение и анализ деформационных процессов гидротехнических сооружений (на примере дамбы хвостохранилища АГМК) //Сборник научных статей Международной научно-технической конференции “Ресурсопроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр, Москва (Россия)-Бишкек (Кыргызстан)” – Бишкек: 2015. – С. 56-60.
26. Рекомендации по обследованию гидротехнических сооружений с целью оценки их безопасности. ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева». – Санкт-Петербург 2001, С. 48.
27. Рекомендации по проектированию хвостовых хозяйств предприятий металлургической промышленности. - М., Стройиздат, 1975. 176 с.
28. Сайидкосимов С. С., Раимжанов Б. Р., Умаров Ф. Я., Рахимова М. Х. Прогнозная оценка напряженно-деформированного состояния дамб хвостохранилищ на базе пространственной конечно-элементной модели // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 9. – С. 38–55. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2023\_9\_0\_38.
29. Султанов Т.З. Теория и методы оценки прочностной надежности грунтовых плотин с учетом пространственного и нелинейного деформирования сооружений. Автореферат докторской диссертации. - Ташкент, 2014, С. 84.