

УДК 502/504: 55; 624.131

ОПЫТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЕКТОВ РЕАБИЛИТАЦИИ УРАНОВЫХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ

Алёшин Ю. Г., Торгоев И. А.

Институт геомеханики и освоения недр НАН КР

Приведена характеристика опасности заложения радиоактивных хвостохранилищ в долине реки Майлуусу. Дано описание комплекса исследовательских работ по научно-техническому сопровождению проекта реабилитации одного из хранилищ отходов добычи и обогащения урановых руд.

Ключевые слова: авария, безопасность, геоконтроль и мониторинг, нормативный документ, хвостохранилище, экспертиза.

ИЛИМИЙ-ТЕХНИКАЛЫК КОЛДОО ТАЖРЫЙБАСЫ УРАН КАЛДЫК САКТАГЫЧТЫН КАЛЫБЫНА КЕЛТИРҮҮ ДОЛБООРЛОРУ

Алёшин Ю. Г., Торгоев И. А.

КР УИАнын Геомеханика жана жер казынасын өздөштүрүү институту

Майлуусуу дарыясынын өрөөнүндө радиоактивдүү калдыктарды орнотуу коркунучунун мүнөздөмөлөрү келтирилген. Уран рудаларын казып алуу жана байытуу үчүн таштанды сактоочу жайлардын бирин калыбына келтирүү долбоорун илимий-техникалык жактан камсыздоо боюнча изилдөө иштеринин комплексинин сыпаттамасы келтирилген..

Баштапкы сөздөр: Кырсык, коопсуздук, геоконтроль жана мониторинг, ченемдик документ, калдык сактоочу жай, экспертиза.

THE EXPERIENCE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL SUPPORT FOR URANIUM TAILINGS REMEDIATION PROJECTS

Aleshin Yu. G., Torgoev I. A.

Institute of Geomechanics and Development of Subsoil of the NAS KR

The hazard of radioactive tailings disposal in the Mailuusu river valley is characterized. A description of research works on scientific and technical support for remediation projects for the uranium tailings site is given.

Keywords: accident, safety, geotechnical control and monitoring, regulatory document, tailings storage facility, expert review.

Современная парадигма обеспечения безопасности накопителей горнопромышленных отходов исходит из необходимости проявления усилий в этой области на всех этапах жизненного цикла подобных объектов высокой опасности, вплоть и включая их закрытие и постэксплуатационный период. В частности, в числе принципов для достижения основной цели устойчивого закрытия – долгосрочной стабилизации физической, химической, экологических и социальных условий хвостохранилища для предотвращения его неизбежной временной деградации предложены ряд принципов [1,2,3], в числе которых:

- долгосрочные проблемы качества воды должны отслеживаться на постоянной основе, поскольку остаточные концентрации геохимических компонентов в самих хвостохранилищах в десятки и сотни раз превышают предельно допустимые нормы и они являются генераторами загрязнения гидросферы;

- в центре внимания долгосрочного планирования / обслуживания таких объектов должно быть предотвращение загрязнения, минимизация неблагоприятных воздействий и индивидуальный подход к каждому объекту;

- необходимо учитывать региональный контекст, в частности, потенциальное воздействие на соседние объекты;

- план закрытия должен учитывать воздействие на здоровье, безопасность и занятость местного сообщества людей;

- на этапе разработки концепции закрытия хвостохранилища или проекта его реабилитации должна быть проведена полная оценка риска, которая корректируется в дальнейшем согласно изменившимся обстоятельствам; при этом необходимо выявить любые изменения в местной экологии и для того, чтобы учесть любые новые положительные или отрицательные воздействия.

В настоящее время нет единого мнения относительно продолжительности времени, на которое должна быть нацелена конструкция закрытого хвостохранилища. Существует общее согласие о

том, что состояние / конструкция этих объектов таковы, что они способны постоянно противостоять природным разрушительным силам и не причинить постоянного вреда окружающей среде. Во многих странах подобный расчётный срок службы составляет не менее 1000 лет. Идеальным долговременным решением было бы такое, при котором можно было бы покинуть площадку размещения объекта в состоянии, которое является самоокупаемым и приносящим пользу сообществу без необходимости постоянного обслуживания, реабилитации и связанных с этим расходов. К сожалению, в условиях горно-складчатой местности с высокой сейсмо- и экзодинамической активностью, к коей, несомненно, принадлежит Тянь-Шань, это требование реально не осуществимо. В таких условиях решения должны быть выбраны на основе минимизации расходов на закрытие, консервацию и последующее многолетнее обслуживание закрытого объекта, выполняя при этом технические требования, заключающиеся в обеспечении физической, химической, экологической и социальной стабильности, а также социальных требований, состоящих в обеспечении здоровья и безопасности людей, надлежащим использованием ими земли и воды в соответствии с целями сообщества. Это целый комплекс непростых в обосновании требований и реализации их в конкретных условиях. В связи с этим актуальным становится научно-техническое сопровождение проектов промышленного освоения минеральных ресурсов и комплексный мониторинг опасных и ответственных объектов, к каковым относятся накопители горнопромышленных отходов. Сама технология и нормативная база в Кыргызстане для её систематического применения на всех подобных объектах ещё не создана, а научные исследования с экспертными заключениями проводятся в самых критических ситуациях, когда развитие негативных процессов на объектах становится фактом визуального наблюдения и близко развитие чрезвычайной ситуации.

Нами предложена концепция научного сопровождения проектов утилизации опасных горнопромышленных отходов [4], элементы которой были частично реализованы в проекте реабилитации одного из хвостохранилищ уранового рудника в Майлуу-Суу.

Выбранная в середине 50-х годов прошлого столетия площадка под хвостохранилище у подножья крутопадающей стенки меловых отложений



Рис.

1. Горнотехнические объекты Майлуу-Суу в оползнеопасной зоне

Главной антиклинали (рис. 1) казалась вполне пригодной для целей надёжного хранения отходов, защищённой от внешних воздействий, с малой площадью водосбора и, главное, она была расположена рядом с заводом по переработке урановой руды (ГМЗ № 3). Спустя 30 лет с момента консервации рудника и его отходов на всех участках бывшей промплощадки рудника в результате активизации оползневых, денудационных и гидрогеологических процессов возникла угроза разрушения этих объектов; они могли оказаться в зоне транзита оползней или затопления водами реки Майлусуу в результате перекрытия её русла оползневыми дамбами (рис. 2). Реальность таких сценариев была продемонстрирована в период с 1992 по 1994 год, в 2002 и в 2017 годах при сходе крупных оползней "Тектоник" и "Кой-Таш". Устойчивость хвостохранилища № 3 в результате пригрузки его поверхности продуктами денудации с окружающих его склонов, интенсивного увлажнения продуктов захоронения поверхностными и подземными водами стала критически низкой; обрушение его дамбы и выброс радиоактивных хвостов в реку при землетрясении с интенсивностью 7–8 баллов было бы неизбежным. Следует заметить, что дамбы ряда хвостохранилищ здесь заложены на расстоянии 30–50 метров от береговой линии, иногда на надпойменной террасе, хотя и были укреплены каменной наброской и / или габионами.

Указанные события и объекты наглядно характеризуют ситуацию с мониторингом, обслуживанием и состоянием подобных ответственных и



Рис. 2. Остатки оползневой дамбы на участке расположения завода "Изолит" после перекрытия русла реки Майлуусу оползнем "Тектоник" в мае 2002 года

опасных объектов прошлой горнопромышленной деятельности [5,6]. Плохо изученные площадки под хвостохранилища, неверно выполненный прогноз развития экзогенных процессов в местах их заложения приводят к дополнительным рискам при длительном (десятки и сотни лет) хранении отходов. В определённой мере подобное состояние объектов связано также с низкой ответственностью различных организаций, на балансе которых в разное время находились эти объекты, отсутствием финансирования для поддержания безопасного хранения отходов, низкой квалификацией и малым опытом персонала в реализации наблюдений; в условиях отсутствия соответствующих нормативных требований, методов и средств, кроме визуальных, мониторинг проводится, как правило, запоздало – после появления явных аварийных признаков или угроз на площадках размещения хвостохранилищ.

В рамках научно-технического сопровождения проекта

реабилитации хранилища № 3 утилизированных отходов и дальнейшей долговременной его эксплуатации специалистами Научно-инженерного центра "Геоприбор" Института ГиОН НАН КР было проведено экспертное обследование и мониторинг инженерно- геологического состояние как самого объекта, так и окружающих его горных склонов участка Главной антиклинали.

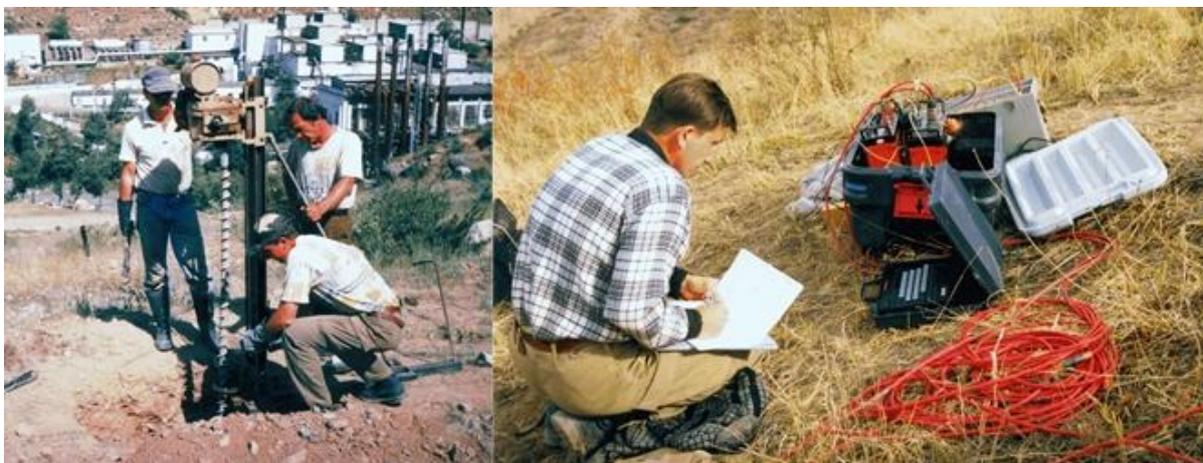


Рис. 2. Инженерно-геологические и геофизические исследования на хвостохранилище № 3 в г. Майлуу-Суу

На основании комплексных инженерно-геологических и геофизических работ на площадке были определены мощность неустойчивых отложений, физико-механические и радиологические свойства грунтов, в том числе техногенных (хвостов), состояние обводнённости массивов грунта и источник обводнения. По результатам проверочных расчётов современной устойчивости как дамбы самого хвостохранилища, так и рыхлого чехла четвертичных отложений и ранее смещённых третичных пород на своде антиклинали было установлено, что при некоторых реальных комбинациях воздействующих факторов (весенний период, осадки выше средней нормы и землетрясение с интенсивностью более 7 баллов) теряет устойчивость оползневой склон на своде антиклинали, происходит его обрушении на поверхность хвостохранилища, последнее также теряет свою устойчивость и ~40% объёма хвостов приходят в движение и перекрывает русло р. Майлуусу со всеми вытекающими последствиями: появление подпрудного озера в верхнем бьефе с объёмом воды $\sim 120 \times 10^3 \text{ м}^3$ (в период паводка менее

чем за 1 час) паводко-селевого прорыва оползневой дамбы, радиоактивного загрязнения береговой линии, городской территории, почвы садов, полей и огородов. Несомненно, последствия подобной аварии носили бы трансграничный характер в густонаселённой части Ферганской долины, принимая во внимание при этом особо высокую радиоактивность отходов, заложенных в это хранилище.

Эти исследования позволили перевести объект в разряд срочно нуждающихся в реабилитации, а после экспертного обсуждения было принято правильное решение о переносе радиоактивных хвостов на другую более устойчивую площадку, что и было осуществлено в период с 2010 по 2011 год. Кроме того, эти исследования позволили определить технологическое превентивное вмешательство, необходимое для безопасного извлечения отходов из ненадёжного хранилища. Присводовая часть антиклинали была разгружена и объём неустойчивых грунтов (~30 тыс. м³), ранее угрожающий хвостохранилищу, был удалён с места своего заложения и вывезен на безопасный участок.

На втором этапе было проведено детальное инженерно-геологическое обследование самого хвостохранилища и прилегающих к нему горных склонов с применением как геофизических, так и буровых разведочных методов, а также проходкой шурфов с отбором образцов для лабораторных анализов и испытаний. Эти материалы легли в основу проекта по разгрузке оползня в сводовой части антиклинали и вскрытия, отработки массива хвостохранилища с переносом радиоактивных материалов (хвостов) и загрязнённых грунтов на новую площадку. Весь период до начала работ по реабилитации объекта проводился мониторинг движения неустойчивого склона и стабильности дамбы хвостохранилища. Здесь же была апробирована идея геофизического мониторинга объекта- динамики изменения влажности грунтов в разрезе сезонов (рис. 4) и нескольких лет (рис. 5).

Активизация оползневых процессов, но уже на участке нового объединённого хвостохранилища № (6+3) предопределяет необходимость введения третьего этапа мониторинга смещения неустойчивых крупных блоков древнеоползневого склона Кой-Таш, вблизи которого заложены ряд объектов хранения урановых отходов.

Таким образом, опыт научно-технического сопровождения ряда

проектов утилизации отходов промышленности показывает, что внедрение этого подхода в практику проектирования, сооружения и эксплуатации накопителей горнопромышленных отходов с участием научно-экспертного сообщества республики позволит:

- создать более полную, точную, обоснованную систему проектирования, сооружения, безопасной эксплуатации объектов и долговременного хранения горнопромышленных отходов в республике;

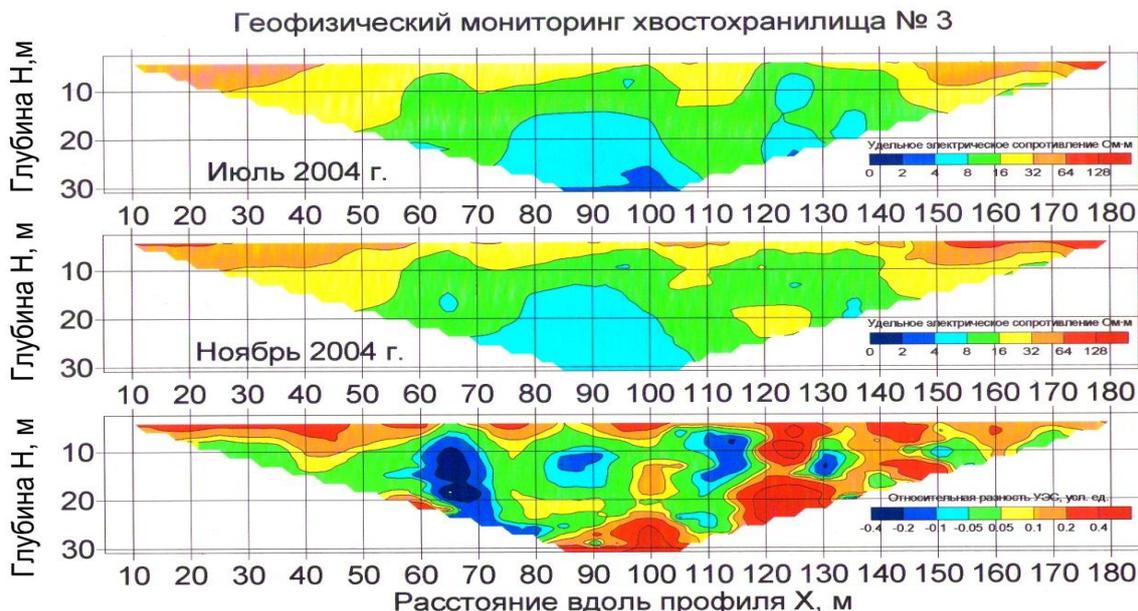


Рис. 4. Трансформация геоэлектрического разреза хвостохранилища во времени по данным двух геофизических съёмок с интервалом 4 месяца 2004 г. (дневная поверхность выровнена)

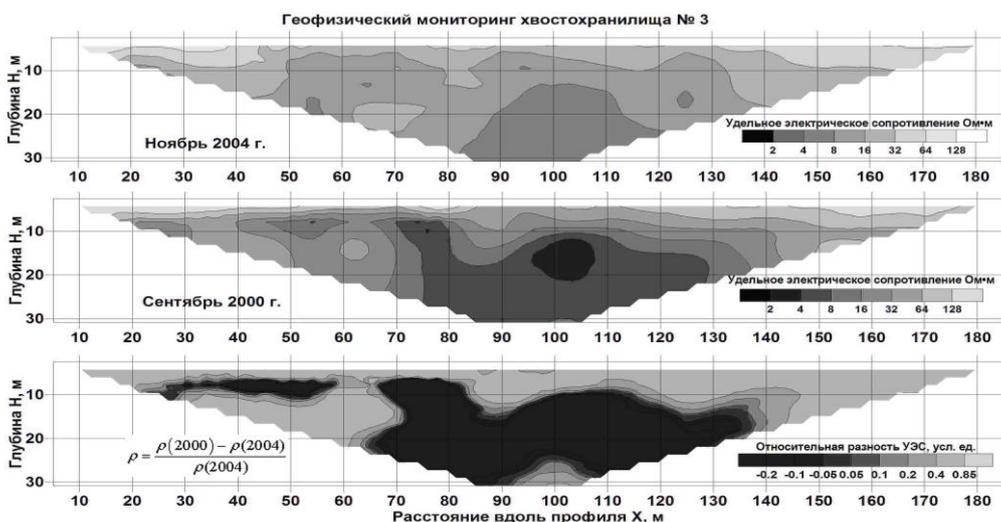


Рис. 5. Трансформация геоэлектрического разреза хвостохранилища во времени по данным двух геофизических съёмок с интервалом 4 года

– обеспечить более достоверную идентификацию опасных событий и угроз индивидуально для каждого конкретного объекта конкретной территории;

– превентивного устранения источников опасных событий;

– улучшить управление рисками при снижении стоимости, включая коммерческие страховые взносы;

– повысить доверие к безопасности горнопромышленной деятельности со стороны широкой общественности, местных сообществ и административных органов;

– обеспечит соответствие проектов освоения месторождений законодательно-нормативным и обязательным требованиям и передовой практике;

– повысит безопасность персонала горнодобывающей компании, жизнедеятельности населения и экологической устойчивости природной компоненте.

Безусловно, привлечение научно-экспертного сообщества к отдельным исследованиям вопросов безопасности горнотехнических объектов на различных этапах даже в узких масштабах всегда полезно. Однако, максимальный эффект такого участия может быть достигнут в случае, когда научно-экспертное сообщество участвует на всех стадиях жизненного цикла ответственного объекта от проектирования изысканий под проект до консервации объекта и долговременного хранения отходов. Рекомендации и экспертные заключения могут быть применены к широкому диапазону видов деятельности, процессов и лиц, связанных с утилизацией горнопромышленных отходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ICMM. Position statement on preventing catastrophic failure of tailings storage facilities, International Council on Mining and Metals, – 2016. – URL: <https://www.resolutionmineeis.us/sites/default/files/references/icmm-position-statement-2016.pdf> (дата обращения: 11.02.2021)
2. ICOLD. Improving tailings dam safety: Critical aspects of management, design, operation, and closure. International Commission on Large Dams, Bulletin 139. – 2011. – 171 с.

3. Обеспечение безопасности при выводе из эксплуатации (закрытии) хвостохранилищ. РБ-078-12. М.: ФБУ, Изд-во НТЦ ЯРБ, 2012 – 63 с.
4. Айтматов И. Т., Алёшин Ю. Г., Торгоев И. А. Концепция научно-технического сопровождения проектов утилизации опасных горно-промышленных отходов.// Доклады НАН КР.- 2019.- №. 1.- С. 22-28.
5. Айтматов И. Т., Алёшин Ю. Г., Торгоев И. А. Развитие и трансформация геоэкологических рисков на горнодобывающих территориях Кыргызстана //Известия Национальной Академии наук Кыргызской Республики. – 2009. – №. 2. – С. 15-31.
6. Торгоев И. А., Алёшин Ю. Г. Геоэкология и отходы горнопромышленного комплекса Кыргызстана //Бишкек: Илим. – 2009. – 239 с.