

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ШЛАМОХРАНИЛИЩАХ И ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

Левкевич В.Е., к.т.н., доцент, Миканович Д.С.
Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь

e-mail: dmikanovich@list.ru

Проведен анализ проблемы накопления шламов в современном мире. Представлен обзор обстановки на гидротехнических сооружениях шламохранилищ и очистных сооружений Республики Беларусь, стран Западной Европы и США. Оценено состояние сооружений шламохранилищ и очистных сооружений.

The problem of slime accumulation in the world is dissected. The review of the situation at hydraulic structures of slime storages and treatment facilities in the Republic of Belarus, Western Europe countries and the USA is determined in the article. The analysis of the condition of slime storages and treatment facilities is presented.

(Поступила в редакцию 14 ноября 2011 г.)

Вследствие интенсивного развития промышленности, добычи полезных ископаемых проблема накопления и переработки промышленных отходов встает все более остро и приобретает статус глобальной. Проблема актуальна для всех стран мира, так как для складирования отходов (хвостов) требуются значительные площади.

Темпы развития промышленности калийных удобрений в Беларуси, большие объемы их производства, специфичность состава сильвинитовых руд и условий их залегания создали ряд сложных проблем в Солигорском промышленном районе на Старобинском месторождении [1]. Важнейшая из них – проблема захоронения и использования отходов производства калийных удобрений, существенно влияющая на засоление окружающей территории. Немаловажное значение имеют также прогнозирование и предотвращение возникновения чрезвычайных ситуаций на шламохранилищах.

При переработке около 50 млн т сильвинитовой руды в год образуется более 28 млн т твердых галитовых отходов, складированных на высотных солеотвалах (терриконах) и около 3 млн м³ глинисто-солевых шламов, направляемых на шламохранилища [2].

Производственное объединение «Беларуськалий» является крупнейшим в мире производителем калийных удобрений. Объединение состоит из четырех рудоуправлений, промышленные площадки которых отстоят друг от друга на 10–15 км.

Суммарная площадь промплощадок рудоуправлений составляет около 6 км². Кроме того, значительные площади заняты для складирования отходов производства (под солеотвалы и шламохранилища) – около 16 км² [3].

За более чем 40-летний период эксплуатации Старобинского месторождения калийных солей на поверхности земли скопилось свыше 650 млн т отходов обогащения. При существующих способах обогащения руд Старобинского месторождения количество отходов и занимаемая ими площадь будут расти.

Шламохранилища производственного объединения «Беларуськалий» заполнены глинисто-солевыми шламами с концентрацией рассолов до 350 г/см³, а их эксплуатация осложняется ведением под ними горных работ (рис. 1) [4]. Наряду с этим, вблизи городов на территории Республики Беларусь имеются очистные сооружения, при аварии на которых возможно затопление прилегающей территории, что, в свою очередь, может привести к значительному материальному ущербу (рис. 2).



Рисунок 1 – Шламохранилища ОАО «Беларуськалий»

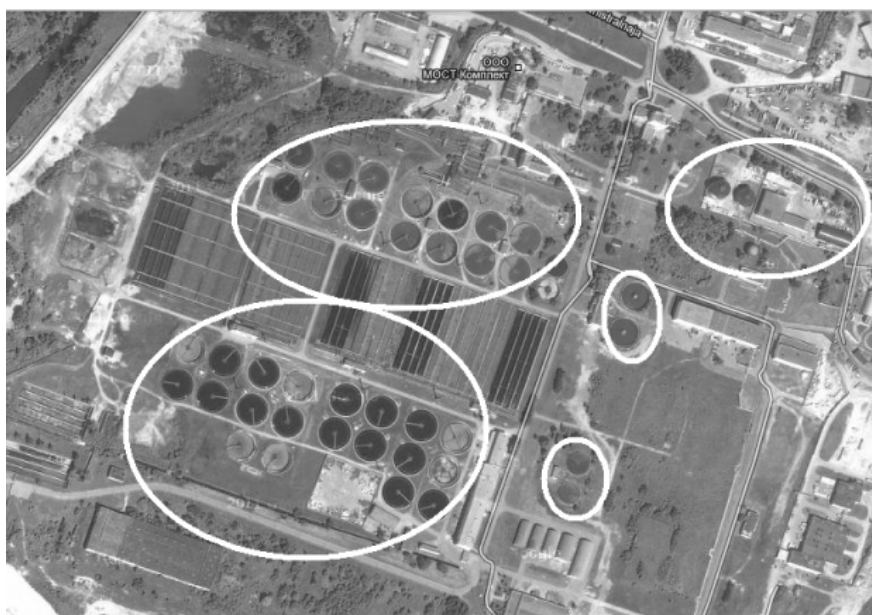


Рисунок 2 – Пруды-отстойники Минской станции аэрации

Отличительной особенностью галитовых и шламовых отходов обогащения калийных руд является большое (до 95 %) содержание в них легкорастворимых в воде солей.

Шламохранилища и солеотвалы при растворении в них солей атмосферными осадками служат источниками образования и прогрессирующего накопления избыточных, не используемых в технологии хлоридно-натриевых рассолов, что может привести к химическому загрязнению подземных вод с тенденцией расширения ареалов их засоления по площади и вглубь геологического разреза.

Площадь, занимаемая водорастворимыми отходами, напрямую зависит от объема избыточных рассолов. В этой связи особую актуальность приобретают вопросы, связанные с разработкой новых технологий при организации хвостовых хозяйств калийных предприятий, позволяющих сократить рост площадей, используемых для размещения отходов, и тем самым снизить рост объемов избыточных рассолов [5].

Анализ эксплуатации шламохранилищ и сооружений на них показывает, что при длительной эксплуатации происходит износ конструкций гидротехнических сооружений, что в итоге способствует возникновению чрезвычайных ситуаций.





Так, авария в Венгрии на глиноземном заводе Ajkai Timfoldgyar в 160 км к юго-западу от Будапешта (5 октября 2010 года) привела к гибели 7 человек, из хранилища вылилось около 700 000 м³ токсичных отходов – красного шлама (токсичного осадка, содержащего большой процент оксида железа, образующегося при очистке боксита в производстве глинозема), 10 человек получили ожоги, пострадали порядка 160 человек, 390 были временно переселены, около 5 000 готовились к эвакуации, был введен режим чрезвычайного положения в трех областях существовала опасность попадания ядовитых веществ в воды Дуная.



Согласно проведенному анализу в мире, на территории Республики Беларусь, стран СНГ существует большое количество типов сооружений шламохранилищ, которые входят в состав различных предприятий, таких как ОАО «Беларуськалий», Богословский и Уральский алюминиевые заводы, ОАО «Запорожский алюминиевый комбинат», The Mosaic Company (США) и т. д. Материалы [2–5], а также собственные натурные обследования ряда объектов в Беларуси показывают, что многие гидротехнические сооружения шламохранилищ, очистных и городских сооружений предприятий находятся в удовлетворительном состоянии, однако имеются нарушения при их эксплуатации, что может в случае аварии привести к затоплению, подтоплению, загрязнению территорий и материальному ущербу, а также к гибели людей (табл. 1).

Таблица 1 – Оценка технического состояния объектов, полученная в результате их натурального обследования

Наименование объекта	Фото объекта	Оценка технического состояния
Минская станция аэрации		Удовлетворительное
		Удовлетворительное

Продолжение табл. 1

Наименование объекта	Фото объекта	Оценка технического состояния
Производственное объединение «Беларуськалий»		Удовлетворительное
		Удовлетворительное
		Удовлетворительное
		Удовлетворительное

Наименование объекта	Фото объекта	Оценка технического состояния
Производственное объединение «Беларуськалий»		Удовлетворительное
		Удовлетворительное

В Республике Беларусь в настоящее время не проводились специальные исследования в области оценки состояния и устойчивости шламохранилищ, ограждающих сооружений с прогнозированием возможных чрезвычайных ситуаций на них и определением риска возникновения чрезвычайных ситуаций на таких сооружениях, в связи с чем данная тематика исследований является актуальной.

Следует отметить, что проблема накопления шламов актуальна как для Республики Беларусь, так и для зарубежных стран.

Так, в Российской Федерации на Уральском алюминиевом заводе за 60 лет эксплуатации глиноземного цеха накоплено более 63 млн т красных шламов. На Богословском алюминиевом заводе хранится более 40 млн т токсичных отходов, а площадь шламонакопителей превышает 400 гектаров. Оба завода принадлежат группе «Русал».

По опубликованным данным [6] 337 комплексов хвосто- и шламохранилищ горнодобывающей промышленности содержат около 6 млрд м³ отходов обогащения. «Металлургическая промышленность накопила 400 млн м³ отходов в 107 комплексах», – уточняется в сообщении экологической организации. Еще 282 хранилища объемом около 500 млн м³ относятся к предприятиям химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслей.

Экологические службы Российской Федерации утверждают, ссылаясь на данные отраслевого раздела Российского регистра гидротехнических сооружений, что 15 % из почти 950 комплексов гидротехнических сооружений объектов промышленности и энергетики вызывают опасения. Состояние 16 комплексов признано неудовлетворительным.

Так, в предаварийном состоянии находятся хвостохранилища обогатительной фабрики ОАО «Тырныаузский ГОК» в Кабардино-Балкарии, содержащие около 120 млн м³ токсичных от-

ходов обогащения. В период паводка и половодья велика опасность возникновения здесь чрезвычайной ситуации. Большие проблемы есть и на шламонакопителе завода «Капролактан» в Дзержинске – «Белое Море», в котором хранится, по ряду оценок, от 2 до 7 млн т отходов [6].

Подобная ситуация наблюдается и в Республике Украина. Как отмечают эксперты, хранилища на украинских комбинатах несут более серьезную угрозу в связи с тем, что на Николаевском глиноземном заводе соотношение жидкой фазы к твердой составляет 50 на 50 %, т. е. шлам является более подвижным, и в случае аварии эти ядовитые отходы быстрее попадут в окружающую среду, при этом могут быть затоплены значительно большие площади.

Кроме того, николаевское предприятие вызывает опасения и из-за больших объемов складированных отходов. Не так давно на заводе было введено в эксплуатацию уже второе шламохранилище, которое занимает территорию в 150 га. А на функционирующем уже более 30 лет хранилище № 1 накопилось около 20 млн м³ красного шлама, который при малейшей аварии попадет вначале в Бугский лиман, а уже из него – в Черное море.

На данный момент на всех заводах существует одна серьезная проблема - отсутствие качественного оборудования для переработки красного шлама. Из-за этого в Украине ежегодно накапливается около 1,2 млн т токсичных отходов. На сегодняшний день общий объем отходов красного шлама составляет 25 млн т.

В странах западной Европы и США проблеме переработки шламов уделяется большое внимание. Так, только нефтеперерабатывающая промышленность США накапливает в год до 140 млн м³ отходов технологической воды [7].

На реализацию комплекса мер по охране водных ресурсов от загрязнения и истощения во всех развитых странах выделяются ассигнования, достигающие ориентировочно 2–4 % национального дохода. Так, в США, относительные затраты составляют: охрана атмосферы 35,2 %, охрана водоемов – 48,0 %, ликвидация твердых отходов – 15,0 %, снижение шума – 0,7 %, прочие – 1,1 %. Как видно из примера, большая часть затрат приходится на охрану водоемов [7].

В странах Европы и в Америке перед строительством любого производства, способного нанести вред окружающей среде, а также изменить условия жизнедеятельности людей назначаются общественные слушания. Процесс общественного обсуждения может занимать от 2–3 месяцев до 3 лет. При этом на организацию согласования проекта с общественностью тратится до 30 % средств, заложенных на подготовку проектной документации. В условиях Беларуси выполняются аналогичные мероприятия по обсуждению таких проектов с оценкой воздействия проектируемого сооружения на окружающую среду. Срок обсуждения в нашей стране – 1 месяц.

После окончания работ на месторождении выполняются работы по рекультивации и восстановлению территории. Успешное выполнение работ по рекультивации доказывает, что компания соблюдает все юридические и регуляторные обязательства, а потому это повышает репутацию фирмы и авторитет отрасли в целом. Поэтому рекультивационная стадия имеет огромную важность для оператора разработок и должна планироваться в производственном цикле рудника как можно раньше.

Такие требования обычны для рудников и обогатительных фабрик, работающих в США, Канаде, Австралии и Западной Европе и других регионах, и перечислены в руководствах и положениях по добыче и обогащению, принятых международными институтами – например, группой Всемирного банка, а также программой развития ООН (UNDP) и экологической программой ООН (UNEP). В странах СНГ же в настоящее время они не требуются [8].

Однако даже при таком подходе к данной проблеме нельзя исключать риск возникновения аварий на шламонакопителях, так как аварии могут происходить не только из-за ошибок при эксплуатации шламохранилищ, но и по причине неверных расчетов при проектировании, нарушения технологии строительства и т. д.

Основная цель всех работ, проводящихся на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации шламохранилищ, заключается в том, чтобы исключить возможность прорыва напорного фронта с катастрофическими последствиями. Тем не менее, риск аварий на шламохранилищах существует и подлежит оценке, анализу и регулированию. Вероятность аварий на гидросооружениях и крупных техногенных аварий на других объектах имеет тенденцию роста [9].

В большинстве случаев аварии происходят в период их строительства и в начальный период эксплуатации – в течение 5–7 лет после наполнения шламохранилища. За это время полностью проявляются дефекты производства работ, устанавливаются фильтрационный режим и деформации сооружения. Затем наступает длительный период – около 30–40 лет, когда состояние сооружения стабилизируется и аварии маловероятны. После этого опасность аварий вновь увеличивается в результате развития анизотропии свойств, старения материалов и пр. Так, из 600 грунтовых плотин, обследованных в Калифорнии после 40–50 лет эксплуатации, 105 нуждались в ремонтных работах [10].

Исходя из анализа зарегистрированных аварий, произошедших в мире с 1958 года, авторами на основании полученных данных сделан вывод, что наибольшее количество аварий произошло на земляных плотинах (рис. 3).

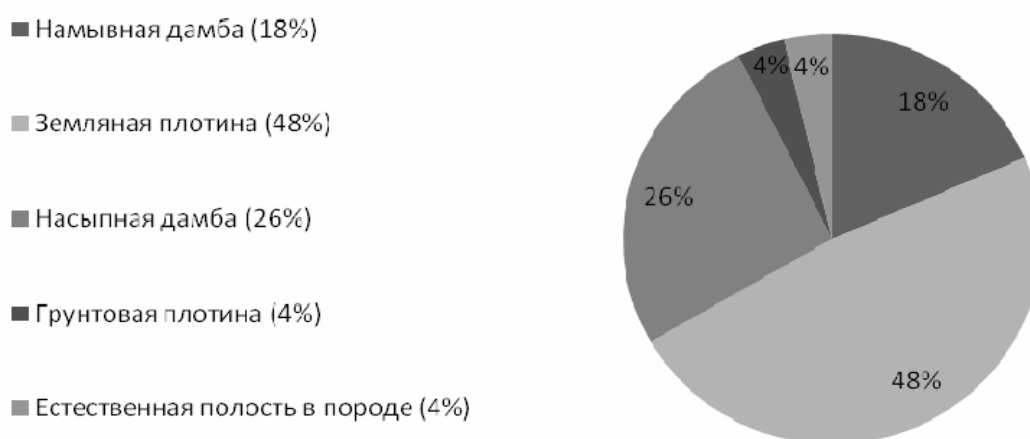


Рисунок 3 – Зависимость количества аварий от типа ограждающей дамбы (плотины)

Причины возникновения аварий на данных типах сооружений разнообразны. На рис. 4 представлены типы аварий (в процентах) в период с 1958 по 2011 годы.

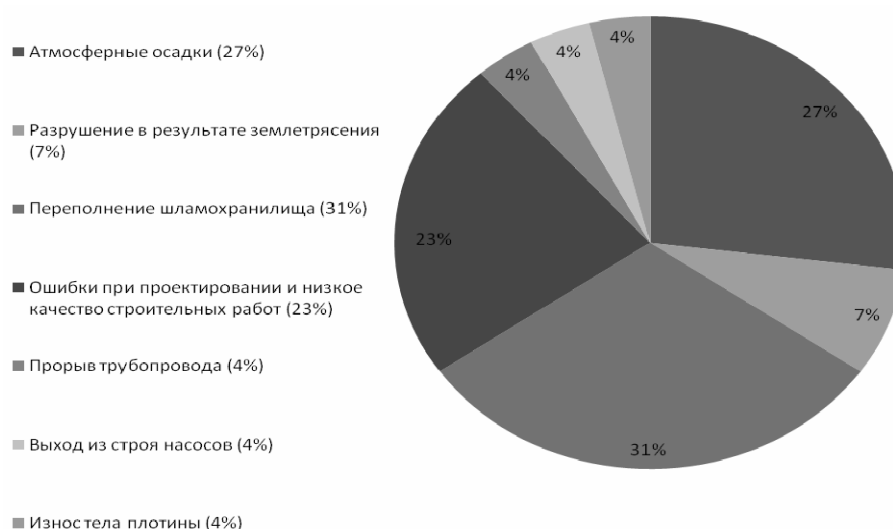


Рисунок 4 – Количество аварий по типам с 1958 года

Вероятность разрушения сооружений шламохранилищ в Республике Беларусь выросла после распада СССР, в результате чего значительно сократилось количество средств на поддержание работоспособности сооружений шламохранилищ.

Анализируя состояние сооружений шламохранилищ и очистных сооружений различных типов, можно сделать вывод, что наиболее подвержены разрушению сооружения с зем-

ляными плотинами и дамбами, срок эксплуатации которых приближается к 40–50 годам.

Таким образом, в Республике Беларусь за более чем сорокалетний период эксплуатации Старобинского месторождения накоплено значительное количество шламов от производства калийных удобрений. При данной технологии производства и в связи с дорогостоящей методикой переработки их количество будет только расти.

Следует отметить, что проблема оценки состояния ограждающих дамб шламохранилищ и очистных сооружений актуальна как для стран СНГ, так и для стран западной Европы и США. В Республике Беларусь в настоящее время не проводились специальные исследования в области оценки устойчивости сооружений шламохранилищ и очистных сооружений с прогнозированием возможных ЧС на них. В связи с этим возникает необходимость реальной количественной оценки состояния ограждающих дамб, а также прогнозирования риска возникновения чрезвычайных ситуаций на всех типах шламохранилищ и очистных сооружений. Существующие оценки состояния гидротехнических сооружений не применимы к рассматриваемым гидротехническим сооружениям в связи с различной плотностью веществ, находящихся в хранилище. Также в шламах содержатся различные химические вещества, которые способствуют развитию более интенсивной коррозии ограждающих дамб в сравнении с водохранилищами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воевода, Б.И. Геодинамика и ее экологические последствия / Б.И. Воевода [и др.]. – Научные труды Донецкого государственного технического университета. – Донецк, 2001. – С. 3–10.
2. Лиштван, И.И. Экологические проблемы в Белоруссии и пути их научного решения / И.И. Лиштван [и др.] // Экологические проблемы в Белоруссии. – 2001. – С. 111–116.
3. Козлов, П.П. Декларация безопасности шламохранилищ ОАО «Беларуськалий» / П.П. Козлов [и др.]. – Минск, 2008. – 106 с.
4. Прохоров, Н.Н. Методы оценки технического состояния ограждающих дамб шламохранилищ калийного производства : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Н.Н. Прохоров ; Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск, 2009. – 20 с.
5. Шемет, С.Ф. Оценка экологических рисков в регионе освоения Старобинского месторождения калийных солей / С.Ф. Шемет, Н.Н. Прохоров. – Минск, 2005. – С. 1–6.
6. Информационный сайт [Электронный ресурс] / Состояние шламохранилищ Российской Федерации. – М., 2010. – Режим доступа : <http://BFM.ru>. – Дата доступа : 15.03.2010.
7. Jung, H.G. Hydrogeochemical Groundwater Monitoring in Mailuu-Suu, Kyrgyz Republic. Final Report of Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR) / H.G Jung. – Hannover, 2008. – 81 p.
8. Информационный сайт [Электронный ресурс] / Из-за катастрофы в Венгрии в Украине начинается внеплановая проверка двух крупных заводов. – Киев, 2010. – Режим доступа : <http://dozor.kharkov.ua/zhizn>. – Дата доступа : 15.03.2010.
9. Малик, Л.К. Факторы риска повреждения гидротехнических сооружений. Проблема безопасности / Л.К. Малик. – М. : Наука, 2005. – 354 с.
10. Методические рекомендации по оценке риска аварий гидротехнических сооружений водохранилищ и накопителей промышленных отходов. Разработаны в ФГУП НИИ ВОДГЕО. – М., 2002. – 12 с.