

воды и грунта. При этом решается также социально – экономические проблемы занятости в виде создания новых рабочих мест на заводах по производству вагонов и локомотивов и равномерного развития регионов. И, несомненно, решаются технические вопросы – внедрение новой техники и технологии, получение новых знаний и ноу- хау, снижение расходов на техническое обслуживание и ремонт вагонов и локомотивов, экономия топлива и электроэнергии на 17 %, увеличение скорости движения поездов – грузовых на 17,5 %, пассажирских – на 34 %.

Обновление подвижного состава будет способствовать открытию скоростного движения по маршруту Алматы –Астана, строительству новых железных дорог, таких как Жетыген-Коргас, Жана Озень – Туркменистан и реконструкции существующих путей и зданий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атамкулов Е.Д., Жангаскин К.К. Железнодорожный транспорт Казахстана: реструктуризация и пути интеграции в мировую экономику. – Алматы: Экономика, 2003.
2. Даубаев К.Ж. Менеджмент на транспорте: Учебное пособие. – Алматы: КазАТК, 2007.
3. Менеджмент на транспорте / Под. общ. ред. Н.Н. Громова, В.А. Персианова. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.
4. Стратегия развития АО «НК «КТЖ» до 2020 года. – Астана, 2009.
5. Программа форсированного индустриально-инновационного развития Казахстана на 2010-2014 гг. – Астана, 2010.

## ***ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ***

**УДК 614.8**

**Нурулдаева Гульжан Жагалбаевна – к.т.н., доцент (Алматы, Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева)**

### **АНАЛИЗ РИСКА ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ АВАРИИ НА ХВОСТОХРАНИЛИЩЕ ЗЫРЯНОВСКОГО ГОК**

Наиболее опасные последствия эксплуатации промышленных гидротехнических сооружений (ПГТС) связаны с частичным или полным разрушением подпорных сооружений, которые в промышленной гидротехнике в подавляющем большинстве представляют собой насыпные или намывные грунтовые сооружения. В связи с этим, безопасность промышленных гидроузлов связана, главным образом, с обеспечением устойчивости грунтовых сооружений [1].

Основным критерием устойчивости грунтовых сооружений является величина коэффициента запаса устойчивости. Для расчетов устойчивости грунтовых сооружений в настоящее время разработано большое количество расчетных методик и вычислительных программ. Хотя величина запаса устойчивости и является основным критерием безопасной эксплуатации грунтового сооружения, показатель не может быть непосредственно измерен и использован для оперативной оценки состояния сооружения. В то же время существует целый ряд параметров сооружения, влияющих на величину коэффициента запаса и поддающихся непосредственному измерению.

Для оценки степени безопасности сооружений могут быть использованы критериальные значения показателей. Эти значения могут быть предельно допустимыми значениями (ПДЗ) и критическими значениями (КЗ).

При предварительной оценке ПГТС, в зависимости от значений критериальных показателей, состояние сооружения может оцениваться как: работоспособное, неработоспособное и предельное (аварийное).

Перечень критериальных показателей назначается в зависимости от класса и типа сооружения, качества его основания и возможности применения соответствующей контрольно-измерительной аппаратуры [2]. Предпочтение должно отдаваться показателям, которые могут быть непосредственно измерены и прямо влияют на величину коэффициента запаса устойчивости.

При проведении натурных наблюдений и экспертной оценке состояния сооружения величины контролируемых показателей должны сопоставляться с их предельно допустимыми и критическими значениями.

Критериальная оценка устойчивости грунтового сооружения, представленная в виде комплекса вопросов, позволяет дать характеристику состояния грунтового сооружения и сделать предварительный прогноз его эксплуатационной и экологической безопасности.

Основным критерием безопасности противofильтрационных и дренажных устройств промышленных гидротехнических сооружений является предельно допустимое количество фильтрационных утечек из накопителей промышленных отходов, позволяющее обеспечить защиту от загрязнения окружающей среды, включая почвы, поверхностные и грунтовые воды, на весь период их эксплуатации и консервации.

В качестве критерия может быть взят также модуль стока, представляющий собой количество загрязнений, переносимых в водный объект (контрольный створ) в массе в единицу времени, отнесенное к единице водосборной площади. При оценке экологической безопасности накопителя базовым критерием можно принять величину допустимых утечек из него, которые не позволяют превысить нормативное содержание химических элементов 1 и 2 классов опасности, или общую концентрацию подземных вод в контрольных створах [3].

Поскольку безопасность накопителей промышленных отходов достигается лишь в случае, когда общий его объем не превышает нормативные требования, то необходимо выявить факторы, которые обеспечивают эти требования.

К основным факторам можно отнести следующие:

- повреждение (нарушение) однородности противofильтрационного элемента (трещины, порывы), что приводит к увеличению расхода из накопителя;
- отказ (недопустимые отклонения параметров системы от расчетных значений) работы внутреннего дренажа и других элементов системы, который создает увеличение напора на элемент комбинированного многослойного экрана и соответственно увеличение расхода, поступающего в грунтовые воды из накопителя;
- расход из накопителя при нормальной работе учета первых двух отказов;
- химическое загрязнение подземных вод (превышение над ПДК).

В процессе эксплуатации и консервации накопителей обеспечение их безопасности осуществляется путем создания сети контрольно-измерительной аппаратуры оснащенной техническими средствами контроля за состоянием сооружения и систематическим химическим анализом проб из скважин и водоемов по контрольным створам. Статистическая обработка натурных наблюдений и их анализ позволяют установить тенденцию роста или снижения контролируемых факторов.

Интегральная оценка опасности аварии на ПГТС выполнена на примере хвостохранилища Зыряновского горно-обогатительного комбината (ГОК) по показателям опасности и уязвимости.

Хвостохранилище Зыряновского ГОКа – намывное, пойменного типа, образованное пионерной дамбой и дамбами обвалования, предназначено для

складирования подаваемых гидравлическим транспортом отвальных хвостов и создания емкости, обеспечивающей освещение оборотной воды.

Хвостохранилище ограждено с трех сторон дамбами обвалования Северной, Западной и Южной, восточная сторона хвостохранилища примыкает к склону горы. Пионерная дамба с отметкой гребня 438,00 м выполнена из суглинка, максимальная высота 7,5 м, длина 3750 м. Дамбы обвалования выполнены из намывных хвостов до отметке 465,00 м, с отметки 470,00 м из грунта "легкой фракции" с экраном из суглинка.

К гидротехническим сооружениям, образующим напорный фронт, относятся хвостохранилище и вододерживающая плотина пруда-окислителя (вторичного отстойника).

Система гидротранспорта хвостового хозяйства состоит из магистральных пульповодов в две нитки длиной 4,3 км выполненных из стальных труб с перепадными колодцами, пульпонасосной станции с 5 насосами, аварийного бассейна, распределительного пульповода общей длиной 4,2 км. Расход пульпы 1410-1780 м<sup>3</sup>/час, средневзвешенный диаметр частиц 0,048-0,064 мм.

Промышленная площадка фабрики расположена на северо-западном склоне седловины между горой Рудной и горой Солдатской в долине р. Березовки Восточно-Казахстанской области. Абсолютные отметки рельефа площадки фабрики изменяются в пределах 465.00 - 545.00 м. Хвостовое хозяйство обогатительной фабрики расположено в 12 км на северо-восток от г. Зыряновска, в 4 км на юго-запад от с. Малеевка на границе долин р. Березовки и р. Бухтармы. Река Березовка протекает в направлении с юга на север и впадает в р. Бухтарму, правый приток р. Иртыш.

Сейсмичность района расположения хвостохранилища - 7 баллов (СНиП РК 2.03-04-2001). Глубина сезонного промерзания грунтов для района г. Зыряновска 2,0 м.

Оценку последствий гидродинамической аварии на действующем хвостохранилище Зыряновского ГОКа необходимо сделать исходя из размыва ограждающей дамбы, примыкающей к окислительным прудам (так как у Северной дамбы длины пляжей наименьшие), вытекание потока в окислительный пруд, дальнейшее движение потока по каналу сброса очищенных вод в р. Бухтарму.

На дамбе хвостохранилища вероятна следующая динамика развития аварийных ситуаций: частичный размыв дамбы пульпой при прорыве пульповода. Течи из распределительного пульповода, проложенного по дамбе, должны устраняться немедленно, протечка пульпы на гребень и низовой откос дамбы, во избежание растекания грязевого потока или местного прорыва дамбы, не допускается; обрушение дамбы в виде частичного оползня; местного прорыва дамбы с растеканием воды из пруда и грязевого потока; переполнение емкости отстойного пруда, вследствие неконтролируемого подъема уровня воды при катастрофических паводках; выход фильтрационного потока с выносом грунта из тела или основания дамбы.

На водосбросных сооружениях хвостохранилища возможны следующие аварии: обрушение водоприемного колодца; разрушение водосбросного коллектора под ограждающей дамбой или в теле хвостохранилища; обрушение шандор на водоприемном колодце.

По трассам пульповодов и водоводов оборотной воды могут возникнуть аварийные ситуации при деформации оснований (просадки), что приведет к порыву трубопровода и растеканию пульпы или воды из трубопровода.

Неисправность трубопроводной арматуры по трассе, износ стенок пульповодов, перемораживание трубопроводов, коррозия, заиливание пульповодов и образования в них пробок также может привести к аварийной ситуации.

Безопасность сооружений обеспечена выполнением соответствующих технических решений. Гидродинамическая авария возможна в результате нарушений правил

эксплуатации или действия стихии, в случае не реализации экстренных мероприятий по ее подавлению. При выполнении службой хвостового хозяйства требований "Правил безопасности при эксплуатации хвостовых и шламовых хозяйств горнорудных и нерудных предприятий", соблюдении регламента по намыву ограждающей дамбы, качественном выполнении строительных работ безопасность эксплуатации хвостохранилища соответствует всем требованиям эксплуатации.

По масштабу распространения чрезвычайной ситуации - подтопление пульпонасосной и насосной станции оборотной воды, затопление дренажных сооружений аварии могут быть отнесены к объектовым авариям. Аварии, приводящие к загрязнению водного бассейна р. Бухтармы, могут быть отнесены к местной чрезвычайной ситуации (на основании Закона РК от 19.05.2000 г. №51-11 "О чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера"). Класс чрезвычайной ситуации - объектовая или местная, масштабы распространения и зоны этих чрезвычайных ситуаций устанавливают местные исполнительные органы в области чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Оценка риска аварии выполнена на основании экспертного анализа степени опасности аварии и степени уязвимости ГТС. Степень риска аварии оценивается по принципу пересечения этих событий.

Интегральная оценка опасности аварии ГТС определяется по четырем показателям опасности:

Показатель опасности 1 - опасность превышения принятых при обосновании конструкции сооружения природных нагрузок и воздействий. Степень опасности превышения, принятых при расчетном обосновании конструкции сооружения, природных нагрузок и воздействий (сейсмические, волновые, температурные воздействия, нагрузки от насосов, гидростатические, ветровые и ледовые, опасность превышения расчетных расходов через водосбросные сооружения, опасность обрушения береговых склонов и др.) по показателю 1 принимается с учетом указаний действующих нормативных документов по определению нагрузок и воздействий на сооружения, данных натурных наблюдений за период эксплуатации ГТС.

Показатель опасности 2 - обоснованность и соответствие проектных решений современным нормативным требованиям. При экспертной оценке обоснованности и соответствия проектных решений современным нормативным требованиям принимаются во внимание следующие основные факторы: достаточность инженерно-геологических изысканий, выполненных при проектировании ГТС; надежность и обоснованность методов определения и назначения расчетных характеристик (физико-механические, фильтрационные и пр.) материалов сооружений и их оснований; достаточность расчетного обоснования конструкций сооружений, оснащения КИА, обоснованность и соответствие современным нормативным требованиям, применявшихся расчетных методов.

Показатель опасности 3 - соответствие проекту конструкции сооружения, условий его эксплуатации и свойств материалов сооружения и основания. При экспертной оценке соответствия проекту конструкции ГТС, условий его эксплуатации, а также свойств материалов сооружения и основания подлежат следующие основные факторы: наличие изменений проектных конструкций ГТС и компоновочных решений; наличие изменений в режиме эксплуатации ГТС; данные геотехнического контроля качества материалов при строительстве ГТС, а также данные инженерно-геологических работ по определению фактических материалов ГТС и основания в период эксплуатации (при их наличии).

Показатель опасности 4 - возможные последствия и ущерб при аварии ГТС. Степень опасности по показателю 4 устанавливается в зависимости от масштаба возможной ЧС при аварии рассматриваемого ГТС.

Интегральная оценка опасности аварии ограждающей дамбы по каждому показателю опасности представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели опасности аварии ограждающей дамбы

Показатель опасности	Степень опасности	Отличительные признаки, на основании которых экспертом установлена степень (уровень) опасности по рассматриваемому показателю опасности
1	Малая	Возможны лишь локальные повреждения элементов конструкций и сооружений (крепление откосов и т.п.), которые могут быть устранены в ходе текущих ремонтов
2	Отсутствует	Полное соответствие современным нормативным требованиям по всем оцениваемым факторам
3	Малая	Незначительные отклонения от проекта (изменения в режиме эксплуатации, отклонения отметки гребня дамбы от проекта), которые не могут привести к нарушению нормальной работы сооружений, конструкций и элементов
4	Средняя	В зоне затопления волной прорыва возможно возникновение местной ЧС (зона затопления не выходит за пределы района, области); могут быть нарушены условия

Экспертная оценка уязвимости ГТС по показателю 1 производится на основании анализа результатов контрольных инструментальных наблюдений и комиссионных обследований состояния сооружения и его основания с учетом установленных нарушений конструктивных элементов, влияющих на их прочность и устойчивость, и соответствия контролируемых параметров их предельно-допустимым значениям (ПДЗ).

Показатель уязвимости 2 - организация эксплуатации ГТС (соблюдение требований безопасной эксплуатации).

Экспертная оценка уязвимости ГТС в зависимости от организации его эксплуатации (уровня культуры эксплуатации) производится на основе анализа следующих основных факторов: укомплектованность штатов и квалификация персонала службы эксплуатации; наличие необходимой документации, нормативно-методических материалов, инструкций по эксплуатации и технике безопасности, инструкций по проведению контрольных наблюдений, графиков планово-предупредительных ремонтов сооружений, сетей и оборудования, материалов геотехнического контроля, обобщенных материалов наблюдений в период эксплуатации, акты, материалы инспекторских проверок и т.п.; наличие, соответствие проекту и состояние КИА; регулярность контрольных наблюдений и комиссионных обследований состояния ГТС; уровень и регулярность технического обслуживания и ремонта оборудования (механизмов) и сооружений; соблюдение правил эксплуатации (режима заполнения, схема и интенсивность заполнения накопителя).

Показатель уязвимости 3 - готовность объекта к локализации и ликвидации ЧС.

Интегральная оценка уязвимости намывной ограждающей дамбы с учетом существующего состояния показана в таблице 2

Таблица 2 – Уязвимость намывной ограждающей дамбы

Показатель уязвимости	Степень уязвимости	Отличительные признаки, на основании которых экспертом установлена степень (уровень) уязвимости по рассматриваемому показателю уязвимости
1	Отсутствует	Нарушений конструктивных элементов ограждающей дамбы, влияющих на прочность и устойчивость не установлено. Контролируемые параметры состояния дамбы не превышают предельно допустимых значений.
2	Малая	Наращивание ограждающей дамбы производится по проекту. Необходимая документация имеется в наличии.

		Незначительные отступления от требований проекта — отсутствие в полном объеме контрольно-измерительной аппаратуры; недоукомплектованность персонала службы эксплуатации.
3	Отсутствует	На объекте имеется ПЛА, заключение МЧС о готовности объекта к локализации и ликвидации аварий, система оповещения и аварийный запас строительных материалов. Создана аварийно-спасательная бригада. Состояние дорог и подъездов в районе ограждающей дамбы и на прилегающей территории - удовлетворительное.

Первичная обработка показаний контролируемых параметров произведена методом натуральных наблюдений. Хвостохранилище относится к сооружениям II класса капитальности. Устойчивость намывных дамб обеспечена расчетами. Анализ условий возникновения и развития гидродинамических аварий показывает, что наиболее опасным видом гидродинамической аварии может быть размыв ограждающей дамбы хвостохранилища. На прилегающей территории, которая может оказаться в зоне поражения, в случае гидродинамической аварии, населенных пунктов и гражданских объектов нет. Чрезвычайная ситуация, приводящая к затоплению прилегающей к хвостохранилищу территории, относится к объектовой чрезвычайной ситуации. Ситуация, в результате которой может произойти загрязнение водного бассейна р. Бухтарма – местная чрезвычайная ситуация.

**Вывод.** Оценка риска аварии на основании экспертного анализа на примере хвостохранилища Зыряновского ГОКа показала, что работа пруда-отстойника соответствует требованиям эксплуатации. В зоне затопления волной прорыва хвостохранилища возможно возникновение чрезвычайной ситуации местного масштаба, которое может иметь место только при крайне неблагоприятном стечении факторов природного и эксплуатационного характера.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шатанов А.А., Тажигулова Б.К., Куканов Р.А. Экологические аспекты проблемы использования ресурсов рек Нарын-Сырдаринского бассейна // Вестник КазГАСА. – 2004. – С. 213-218.
2. Быков А.А., Демин В.Ф., Шевелев Я.В. Развитие основ анализа риска и управления безопасностью // Сб. науч. тр. ИАЭ им. И.В. Курчатова. – М.: Изд-во ИАЭ, 1989. – С. 11-15.
3. Жараспаев М.Т., Куканов Р.А. Анализ риска гидродинамических аварий и оценка возможных чрезвычайных ситуаций // Вестник КазНТУ. – 2010. – № 5. – С. 167-169.

## ОБЩЕСТВЕННО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 517.928.4:517.929.4

Дюсембина Жанар Какеновна – к.т.н., и.о. доцента (Алматы, Алматинский технологический университет)

### УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОЦЕССА ЛЕГОЧНОГО ХЕМОСТАТА МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Проблема устойчивости медико-биологической системы является одной из главных проблем математической экологии и биомедицины. Под «устойчивостью»