

УДК 551.506:627.222.5

РЕЗУЛЬТАТЫ НАТУРНЫХ ОБСЛЕДОВАНИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ВОДОХРАНИЛИЩ

Бузук А.В.

Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь

e-mail: uk007@rambler.ru

Проведены натурные обследования искусственных водных объектов, в результате которых дана оценка состояния их гидротехнических сооружений. На основании проведенной оценки предложены мероприятия по повышению устойчивости гидротехнических сооружений водохранилищ и снижению риска возникновения чрезвычайных ситуаций.

The full-scale survey of artificial water objects is carried out. The estimation of the condition of their hydraulic engineering structures is assessed as a result of the survey. The measures for improving the sustainability of hydraulic engineering structures and the measures for reducing the risk of emergency situations are suggested on the basis of the estimation.

(Поступила в редакцию 16 июля 2013 года)

ВВЕДЕНИЕ

Республика Беларусь имеет выгодное расположение с точки зрения географии, сейсмологии, гидрологии и т. п. Это обстоятельство в некоторой степени предохраняет население и территорию страны от чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера. Однако это не исключает вероятность их возникновения. В соответствии с [1] к отдельному виду аварий можно отнести ЧС техногенного характера – гидродинамические аварии. Это непосредственным образом касается порядка эксплуатации гидротехнических сооружений, повреждение или разрушение которых может привести к нарушению или прекращению нормальной работы электростанций, уменьшению подачи воды для водоснабжения и орошения, затоплению и подтоплению защищаемой территории, сокращению судоходства, загрязнению почв и водных источников жидкими отходами промышленных объектов. Указанные последствия могут привести к человеческим жертвам, в том числе и в крупных масштабах и нанести материальный ущерб объектам экономики.

На территории Республики Беларусь в настоящее время создано и эксплуатируется свыше 150 искусственных водных объектов (водохранилищ) различного назначения. Кроме положительного эффекта данные водоемы обладают рядом недостатков, поскольку относятся к гидродинамически опасным объектам, на которых возможно возникновение аварий с прорывом плотин (дамб, шлюзов, перемычек) и образованием волн прорыва, катастрофических затоплений или прорывного паводка, а также аварийный спуск водохранилищ гидроэлектростанций в связи с угрозой прорыва гидроплотин. Одной из отличительных особенностей водохранилищ Беларуси является их зарегулирование в каскады (более 50 % от общего количества), т. е. два и более водоема располагаются на водотоке одной реки, что увеличивает масштабы ЧС и материальный ущерб при аварии на вышележащем водоеме [2]. На сегодняшний день введена в эксплуатацию гидроэлектростанция на реке Неман (Гродненская ГЭС) и ниже по течению ведется строительство Неманской ГЭС. Планируется строительство каскадов водохранилищ гидроэнергетического назначения на реках Западная Двина, Днепр, Сож. Наряду с этим возникает проблема защиты населения, территории, окружающей среды от ЧС техногенного характера.

Необходимо отметить, что сроки службы гидротехнических сооружений следует принимать для сооружений классов I и II – 100 лет, III и IV – 50 лет [3]. Практически все водохранилища страны относятся к IV классу. Кроме того время возведения 38 гидротехнических сооружений в Республике Беларусь датируется серединой прошлого века и еще 19 приближаются к критическому временному отрезку [4].

Вполне естественно, что нормативный срок эксплуатации либо исчерпал себя, либо подходит к концу. Соответственно приходится все чаще проводить ремонтные работы (в случаях поломки гидротехнических сооружений) либо реконструкцию этих объектов.

Ремонт и реконструкцию постоянных гидротехнических сооружений следует проводить для поддержания или полного восстановления их основных технических параметров и увеличения срока службы. Это может быть достигнуто путем очистки каналов от заиления, восстановления разрушенных или поврежденных дренажных устьев, заделку промоин плотин и дамб, заделку трещин и раковин в сетевых железобетонных сооружениях и т. п. Немаловажным аспектом является усиление основных и вспомогательных конструкций гидротехнических сооружений и их оснований, обеспечение (повышение) их водопропускной способности, замену оборудования в связи с его износом, увеличения грузо- и судопропускной способности судоходных сооружений.

Оценка состояния берегоукрепительных сооружений. В рамках задания 2.1.02 государственной программы научных исследований «Научное обеспечение безопасности и защиты от ЧС» и выполнения НИР «Разработать базу данных тестовых искусственных водных объектов Республики Беларусь для прогнозирования возможных аварий на гидротехнических сооружениях с учетом их современного состояния» были проведены натурные обследования 90 водохранилищ, которые позволили выявить современное техническое состояние берегоукрепительных сооружений. По результатам проведенных натурных обследований выявлены следующие повреждения: разрушение плит крепления (трещинообразование и оголение арматуры), разрушение заполнения швов между плитами крепления, просадки плит крепления в результате выноса грунта, обрушение подпорных стенок. С целью количественной оценки состояния гидротехнических сооружений водохранилищ предлагается методика поэлементной балльной оценки комплекса сооружений, характеризующая их состояние при возникновении опасных природных процессов и явлений. Методика заключается в поэлементной оценке гидротехнических сооружений водохранилищ. Каждому сооружению присваивался балл от 1 до 5, характеризующий его способность выполнять свои функции и на основании набранных баллов оценивается состояние объекта в целом.

С учетом того, что срок эксплуатации водохранилищ в соответствии с классом капитальности сооружений не должен превышать пятидесятилетний рубеж, оценка состояния объектов потенциальной опасности требует наличия объективной информации о техническом состоянии гидротехнических сооружений и инженерных систем [5].

Натурными обследованиями установлено, что основными признаками старения гидротехнических сооружений являются:

- возобновление осадки, горизонтальных перемещений плотины и каньона;
- увеличение фильтрационных расходов и пьезометрических напоров;
- увеличение немонолитности рабочего профиля плотины вследствие дополнительного раскрытия швов, трещинообразования, перераспределения напряжений;
- коррозионные процессы в бетоне, связанные с уменьшением его прочности, коррозионной стойкости;
- нарушение нормальной работы элементов инженерной защиты плотин (цементационная завеса и дренажные устройства), приводящее к снижению надежности плотины за счет изменения действующих нагрузок и схемы работы сооружения (повышение градиентов напора, противодействия);
- разрушения в зонах попеременного замораживания-оттаивания бетона (зоны переменного уровня, поверхности водосбросов).

Немаловажную роль играют антропогенные факторы, такие как: ошибки при проектировании, низкий уровень подготовки и халатность обслуживающего персонала, а также несоблюдение требований норм и правил эксплуатации гидротехнических сооружений [6]. В условиях Республики Беларусь ими являются: некачественное уплотнение швов при монтаже и ремонте сооружений, некачественное выполнение гравийной подушки и обратного фильтра под сооружением, а также прочностные характеристики элементов конструкций (геометрические размеры, прогибы, толщина защитного слоя и т. д.).

Учитывая факторы, приводящие к возникновению ЧС техногенного характера, проводились натурные обследования искусственных водных объектов; в таблице 1 представлены их результаты с описанием состояния гидротехнических сооружений водохранилищ.

Таблица 1 – Результаты оценки состояния гидротехнических сооружений водохранилищ

Название водохранилища (тип и вид регулирования)	Характер повреждений	Оценка в баллах	Характеристика воздействий
1	2	3	4
Заславское (русловое, многолетнее)	просадка плит берегоукрепительных сооружений верховых напорных откосов	3	на незащищенных берегах ярко выражено ледовое воздействие: имеются перемещения грунта под воздействием льда
Острошицкий Городок (русловое, сезонное)	разрушение монолитного крепления в приплотинной части водохранилища	3	на участках, примыкающих к берегоукрепительным сооружениям, протекает процесс абразии
Лошанское (русловое, сезонное)	разрушение заполнения швов между плитами крепления напорного откоса водохранилища и непосредственно берегоукрепительных сооружений	2	происходит постепенный вынос мелких грунтовых фракций из образовавшихся швов в берегоукрепительных сооружениях, наблюдается увеличение фильтрации в нижнем бьефе
Любанское (русловое, сезонное)	разрушение заполнения швов между плитами крепления напорного откоса водохранилища, образование трещин в плитах крепления	3	происходит постепенный вынос мелких грунтовых фракций из образовавшихся швов в берегоукрепительном сооружении
Локтыши (русловое, сезонное)	разрушение заполнения швов плит крепления в верхнем и нижнем бьефе водохранилища	3	наблюдается вынос гравия и грунта из-под сооружения берегозащиты в нижнем бьефе и его просадка
Бобруйковское (русловое, сезонное)	вынос грунта из-под монолитного берегоукрепительного сооружения, образование трещин и просадок	3	наблюдается вынос гравия и грунта из-под сооружения берегозащиты и образование пустот
Млынок (наливное, сезонное)	проседание плит берегоукрепительных сооружений и непосредственно самой конструкции автоматического водосброса	1	разрушение материала гидроизоляции под автоматическим водосбросом, значительное увеличение фильтрации в нижний бьеф водохранилища, вынос грунта, и, как следствие, авария на искусственном водном объекте

Продолжение табл. 1

Название водохранилища (тип и вид регулирования)	Характер повреждений	Оценка в баллах	Характеристика воздействий
1	2	3	4
Лепельское (озерное, сезонное)	разрушение заполнения швов между плитами крепления напорного откоса водохранилища, разрушение асфальтного берегоукрепительного сооружения, обрушение сооружения берегозащиты «вертикальная стенка»	2	происходит постепенный вынос мелких грунтовых фракций из образовавшихся швов в берегоукрепительных сооружениях
Вяча (русловое, сезонное)	разрушение заполнения швов между плитами крепления напорного откоса водохранилища	4	увеличение фильтрации в нижний бьеф водохранилища
Либерполь (русловое, сезонное)	неисправность затвора и его привода, вынос грунта из-под берегоукрепительных сооружений и увеличение ширины швов в результате их проседания	3	происходит постепенный вынос мелких грунтовых фракций из образовавшихся швов в берегоукрепительных сооружениях
Паперня (русловое, не обладает)	вынос грунта из-под монолитного берегоукрепительного сооружения, образование трещин в нем	3	происходит постепенный вынос мелких грунтовых фракций из образовавшихся швов в берегоукрепительном сооружении
Хомск (наливное, сезонное)	разрушение заполнения швов между плитами крепления напорного откоса водохранилища, образование трещин в плитах крепления, вынос грунта из-под берегоукрепительных сооружений	3	уровень водохранилища сброшен
Днепрец (русловое, сезонное)	разрушение заполнения швов между плитами крепления напорного откоса водохранилища, образование трещин	3	вынос грунта из-под монолитного берегоукрепительного сооружения
Лубянское (русловое, сезонное)	разрушение берегоукрепительных сооружений, неработоспособно водорегулирующее устройство	2	увеличение фильтрации в нижний бьеф водохранилища
Лаздуны (русловое, сезонное)	разрушение стенок шахтного водосброса	3	сопутствующие негативные факторы не наблюдаются
Рудня (русловое, сезонное)	разрушение заполнения швов между плитами крепления напорного откоса водохранилища в зоне трансформации волн	3	происходит постепенный вынос мелких грунтовых фракций из образовавшихся швов в берегоукрепительном сооружении
Богинское (озерное, сезонное)	разрушение конструкций водопропускного сооружения	2	общее предаварийное состояние объекта
Княжеборское (русловое, сезонное)	проседание швов между плитами крепления напорного откоса водохранилища в зоне трансформации волн	3	образование пустот под берегоукрепительным сооружением

Продолжение табл. 1

Название водохранилища (тип и вид регулирования)	Характер повреждений	Оценка в баллах	Характеристика воздействий
1	2	3	4
Стародворское (русловое, сезонное)	разрушение заполнения швов между плитами крепления напорного откоса водохранилища и их проседание	3	постепенный вынос мелких грунтовых фракций из образовавшихся швов в берегоукрепительном сооружении
Михайловское (наливное, сезонное)	разрушение берегоукрепительных сооружений напорного фронта	3	уровень водохранилища сброшен
Горы (русловое, сезонное)	повреждение запорной арматуры донного водосброса	3	происходит постепенное размывание плотины в нижнем бьефе
Краснослободское (русловое, сезонное)	разрушение берегоукрепительных сооружений	3	уровень водохранилища сброшен
Тетеринское (русловое, сезонное)	разрушение заполнения швов между плитами крепления напорного откоса водохранилища	3	наблюдается вынос гравия и грунта из-под сооружения берегозащиты и образование пустот
Чигиринское (русловое, сезонное)	разрушение заполнения швов между плитами крепления напорного откоса водохранилища	3	наблюдается вынос гравия и грунта из-под сооружения берегозащиты и образование пустот

В результате проведенных обследований установлено, что деформации берегоукрепительных сооружений (просадки, трещины, разломы) присутствуют в незначительном количестве, однако их размеры указывают на аварийное состояние напорных откосов гидротехнических сооружений и представляют значительную опасность для населения и объектов экономики. Учитывая характер повреждений гидротехнических сооружений целесообразно проведение следующих защитных мероприятий:

- производить ремонт трещин берегоукрепительных сооружений только после оценки состояния грунта под ними для недопущения последующих проседаний;
- береговые склоны большой крутизны защищать уступом – терраса от осыпания грунта, уложенный пляж, уложенная подводная часть отмели;
- заделку поврежденных швов производить на всю глубину и с перекрытием (запасом) по горизонтали и вертикали от края шва;
- учитывать наличие местных строительных материалов для проведения ремонтных работ;
- не реже двух раз в год проводить визуальные осмотры тела плотины, берегов и гидротехнических сооружений водохранилища.

Анализируя различные периоды эксплуатации водохранилищ, в результате проведенных исследований установлено, что наиболее опасен период активизации гидрологических явлений, таких как паводок, подтопление [7, 8]. Наиболее характерными повреждениями берегоукрепительных сооружений являются: разрушение швов, что сопряжено в дальнейшем с выносом грунта, просадка плит, появлением трещин и разломов и, как следствие, разрушением этих сооружений. Зачастую мероприятия по ремонту и восстановлению протекают очень медленно, что повышает вероятность повторных аварий на данных объектах. При выполнении комплекса предложенных мер повышается бальная оценка состояния гидротехнических сооружений и объекта в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате оценки поэлементного состояния гидротехнических сооружений водохранилищ, получена общая характеристика состояния объектов и их способность выполнять свои функции. Исходя из общего количества полученных баллов, имеется возможность оценить наступление аварийных ситуаций на указанных сооружениях с отображением в виде графической информации на карте мест, наиболее подверженных повреждениям.

В результате обследования искусственных водных объектов установлено:

4 % водохранилищ находятся в хорошем состоянии;

75 % – в удовлетворительном;

17 % – в неудовлетворительном;

4 % – в критическом (объект, на котором в 2009 году произошла авария).

Для дальнейшего реагирования на возможный характер повреждений гидротехнических сооружений водохранилищ, защиты населения и территории от ЧС техногенного и природного характера предложены мероприятия по повышению устойчивости берегоукрепительных сооружений и снижению риска возникновения ЧС.

ЛИТЕРАТУРА

1. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: постановление МЧС Респ. Беларусь, 19 февр. 2003 г., № 17 – ИБ СПС Консультант плюс.
2. Пастухов, С.М. Оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций на гидроузлах Республики Беларусь, расположенных в каскадах: дис. ... к-та техн. наук: 05.26.02 / С.М. Пастухов. – Минск, 2011. – 162 л.
3. ТКП 45-3.04-169-2009 (02250) Гидротехнические сооружения // Полнотекстовая информационно-поисковая система «СтройДОКУМЕНТ» [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. и прогр. (700 Мб). – Минск, НПП РУП «Стройтехнорм», 2007. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
4. Водоохранилища Беларуси: справочник / М.Ю.Калинин [и др.]; под общ. ред. М.Ю. Калинина. – Минск: ОАО «Полиграфкомбинат им. Я.Коласа», 2005. – 182 с.
5. Качугин, Е.Г. Инженерно-геологические исследования и прогнозы переработки берегов водохранилищ. Рекомендации по изучению переработки берегов водохранилищ / Е.Г.Качугин. – Москва: Госгеологоиздат, 1959. – 89 с.
6. Рекомендации по оценке воздействия малых водохранилищ на окружающую среду / В.М. Широков [и др.]; под общ. ред. В.М. Широкова. – Минск: БГУ, 1994. – 112 с.
7. Максимчук, В.Л. Рациональное использование и охрана берегов водохранилищ. / В.Л.Максимчук. – Киев, 1981. – 112 с.
8. Левкевич, В.Е. Причины нарушения устойчивости защитных сооружений на искусственных водных объектах/ В.Е. Левкевич, А.В. Бузук, В.В. Кобяк // Научный журнал. – 2009. – №1 (61). – С. 79-84.