

3 Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения: РД 03-626-03: утв. МЧС России и Госгортехнадзором России 15.08.03 // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

4 Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте: Федеральный закон от 27 июля 2010 г. № 225-ФЗ: по состоянию на 28 декабря 2013 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

УДК 626/627.004.62/.63

Е. И. Шкуланов, А. М. Кореновский

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

ФИЗИЧЕСКИЙ ИЗНОС ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ: ЕГО СУЩНОСТЬ И РАСЧЕТ

В статье перечислены причины возникновения физического износа, определены основные параметры, влияющие на безопасность работы сооружений. Приведены три характерных периода физического износа в процессе цикла изменения технического состояния ГТС: период приработки, деформаций, повышенного износа; период нормальной эксплуатации; период ускоренного износа. Рекомендованы количественные и качественные критерии диагностических показателей, научно обоснованное применение которых позволит более эффективно оценивать износ и на этой основе разрабатывать рациональную планово-предупредительную систему их технического обслуживания и ремонта.

Ключевые слова: физический износ, гидротехнические сооружения, грунтовые плотины, каналы, туннели.

Для оценки износа и технического состояния гидротехнических сооружений мелиоративного назначения широко применяются визуальные и инструментальные обследования. В связи с этим возникает необходимость в установлении диагностических показателей, с помощью которых можно было бы объективно оценить физический износ и определить его количественное значение. В существующих нормативных документах этот вопрос частично проработан для гражданских и промышленных зданий. Для ГТС мелиоративного назначения диагностические показатели для оценки физического износа не разработаны.

Как показали наблюдения и обследования, проведенные сотрудниками ФГБНУ «РосНИИПМ» с 2008 по 2014 г., в процессе эксплуатации конструкций ГТС мелиоративного назначения происходит циклическое изменение их надежности и безопасности, что связывается с изменчивостью величин нагрузок и изменением несущей способности вследствие различных повреждений. При снижении надежности конструкций ГТС до определенного уровня в них будут наблюдаться необратимые повреждения: трещины, потеря устойчивости, пластические деформации, коррозионные повреждения и т. д.

Проведенные исследования показали также, что сооружения при эксплуатации подвергаются многочисленным природным и технологическим воздействиям, которые учитываются в проекте при выборе материалов, конструкций и т. д. Однако на практике почти всегда имеются отклонения от проекта, и характеристики материалов и конструкций могут отличаться от установленных стандартами, в результате чего суммарное воздействие многих факторов может привести к ускоренному износу сооружений. Для правильного определения наиболее значимых диагностических показателей необходимо знание процесса воздействия внешних и внутренних факторов на процесс физического износа. На рисунке 1 в формализованном виде (ввиду действия множества независимых процессов в конструкциях и сооружениях в целом) представлено воздействие внешних и внутренних факторов на процесс износа.

Несмотря на индивидуальность каждого гидротехнического сооружения в целом, в процессе цикла изменения технического состояния в процессе эксплуатации можно выделить три характерных периода физического износа (рисунок 1).

Первый период – период приработки, деформаций, повышенного износа. Этот период непродолжителен, во время него производится так называемый послеосадочный ремонт. В первом периоде, когда происходит большое количество отказов отдельных элементов сооружений, ведущая роль принадлежит показателю надежности – безотказности. Продолжительность этого периода для гидроузлов составляет 5–7 лет, для других сооружений 3–5 лет.

Второй период – период нормальной эксплуатации. Это период медленного износа, во время которого накапливаются необратимые деформации, приводящие к структурным изменениям материала со-

оружений и медленному его разрушению. Продолжительность этого периода составляет 40–60 лет.

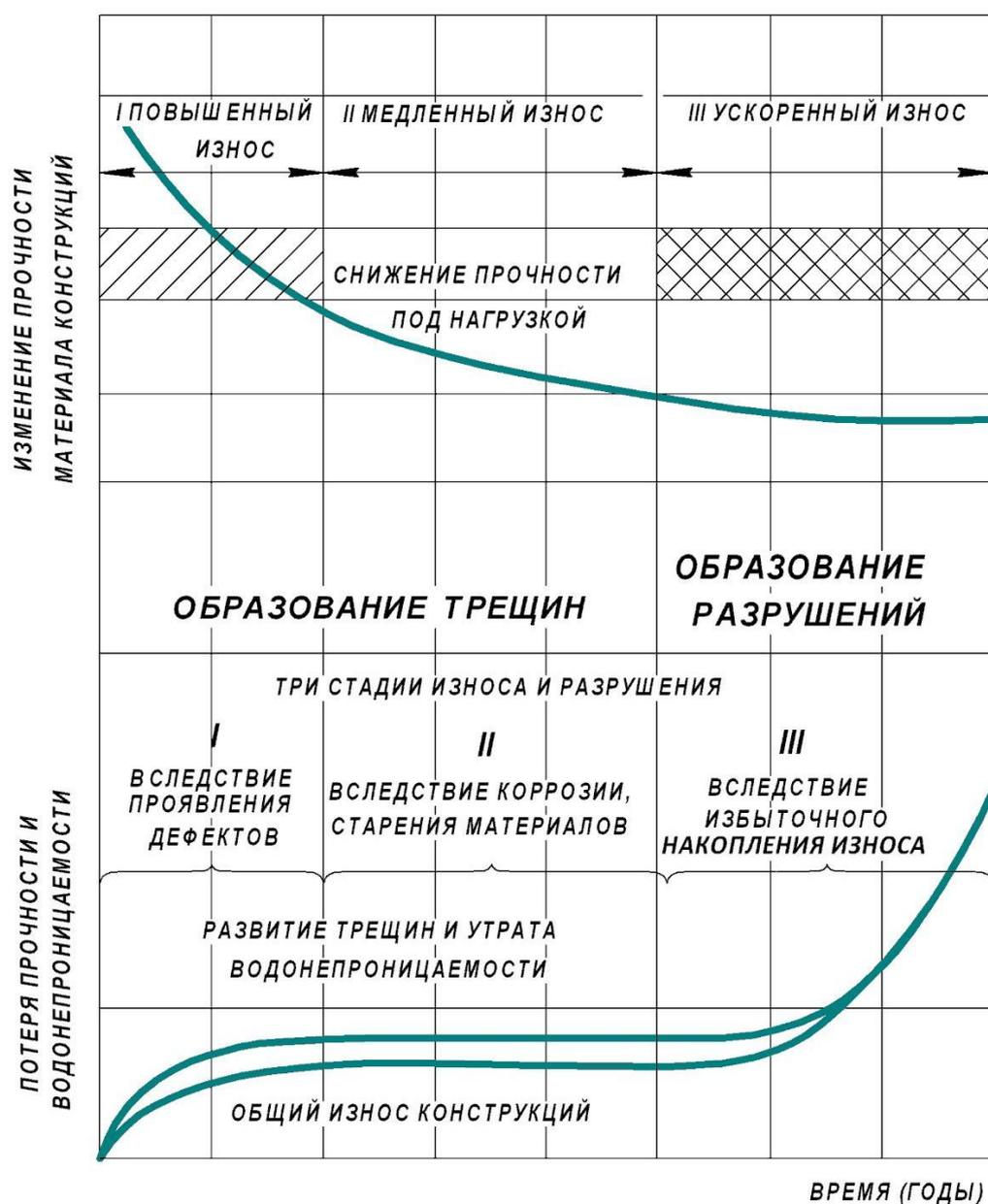


Рисунок 1 – Воздействие внешних и внутренних факторов на процесс износа

Третий период – период ускоренного износа, когда он достигает критического значения и возникает вопрос о целесообразности ремонта или ликвидации сооружения.

Выделенные три периода дополняют суждения и научные работы авторов, занимающихся изучением свойств и природы износа [1–4].

В общем случае (ввиду многообразия конструкций и степени сложности инженерных решений того или иного сооружения) состав

контролируемых диагностических показателей, влияющих на физический износ ГТС мелиоративного назначения, приведенный в монографии В. Н. Щедрина [5], и фиксируемых визуальными и инструментальными обследованиями, следующий:

- для грунтовых плотин (дамб):

а) осадки гребня и основания;

б) горизонтальные смещения гребня (берм);

в) фильтрационные (пьезометрические) напоры в области фильтрации;

г) положение поверхности депрессии фильтрационного потока;

д) фильтрационный расход через плотину и основание;

е) градиенты фильтрационных напоров в теле плотины, на противофильтрационных элементах, в основании;

ж) превышение гребня плотины над уровнем воды в водоеме;

и) проявления очагов сосредоточенной фильтрации, суффозии грунта, трещин и просадок грунта, повреждений волновых креплений откосов, заилений дренажных устройств;

- для бетонных и железобетонных плотин:

а) напряжения и деформации в теле плотины и в основании;

б) усилия в арматуре в ответственных, несущих нагрузку железобетонных элементах;

в) противодействие воды в основании на подошву плотины;

г) фильтрационные расходы, напоры и градиенты напоров в областях фильтрации;

д) осадки плотины и основания;

е) горизонтальные перемещения гребня;

ж) раскрытия швов и трещин;

и) размывы и пульсации давлений воды в нижнем бьефе;

к) проявления трещинообразования, деструктивных разрушений бетона;

- для туннелей:

а) усилия в арматуре облицовок и в анкерах крепления стенок и сводов;

б) фильтрационное и горное давление на облицовку;

в) деформации стенок и сводов (конвергенция);

- для подпорных стенок:

а) осадки;

- б) горизонтальные перемещения и наклоны;
- в) усиления в арматуре;
- г) боковое давление грунта обратных засыпок;
- д) фильтрационные напоры, дренажные расходы в массивах обратных засыпок (для стенок, работающих под напором воды);

- для каналов:

- а) осадка дамб, ограждающих русло канала;
- б) поверхность депрессии фильтрационного потока через дамбы;
- в) фильтрационные потери, коэффициент полезного действия;
- г) проявления повреждений крепления внутренних откосов дамб, локальных оползней, размывов и просадок грунта откосов.

Предельные значения показателей состояния и их перечень уточняются при сдаче сооружения в эксплуатацию и в процессе эксплуатации на основе данных по технологии возведения сооружения, конструктивных изменений, внесенных в процессе строительства, результатов натурных наблюдений, а также на основе контрольных расчетов, выполненных с использованием уточненных характеристик свойств материалов сооружения и его основания.

Предельные значения показателей состояния рекомендуется уточнять на основе модельных исследований, натурных данных и на основе анализа состояния сооружений аналогичной конструкции, достигавших предельных состояний первой группы (по непригодности к эксплуатации) или второй группы (по непригодности к нормальной эксплуатации).

На практике, вследствие отсутствия проектных данных либо невозможности фиксации всех вышеперечисленных диагностических показателей, авторами данной статьи предлагаются наиболее значимые комплексные диагностические показатели и их соотношения для оценки физического износа, представленные в таблице 1.

В общем случае износ сооружений по диагностическим показателям будет определяться по формуле:

$$И = \left(1 - \frac{П}{П_{тр}}\right) \times 100,$$

где $П$ – диагностический показатель, зафиксированный при обследовании;

$П_{тр}$ – диагностический показатель, требуемый по нормативной документации.

Таблица 1 – Диагностические показатели для оценки износа ГТС мелиоративного назначения

Показатель	Значение	Примечание
1	2	3
Превышение отметки гребня сооружений, создающих напорный фронт, над уровнем воды в водотоке, водоеме (пруде или водохранилище) расчетной обеспеченности	$H_{гр} - (H_{p\%} + \Delta h_{set} + h_{run1\%}) > 0,5 \text{ м}$	$H_{гр}$ – отметки гребня; $H_{p\%}$ – отметка уровня воды расчетной обеспеченности; Δh_{set} – ветровой нагон воды в верхнем бьефе; $h_{run1\%}$ – высота наката ветровых волн обеспеченностью 1 %
Фильтрационная устойчивость грунта тела сооружения	$\frac{J_{дк}}{J} \geq 1,0$	$J_{дк}$ – допустимый контролирующий градиент; J – действительный градиент
Пропускная способность водосбросных сооружений	$\frac{Q_{вод.соор}^{max}}{Q_{p\%}} \geq 1$	$Q_{вод.соор}^{max}$ – максимальная пропускная способность сооружения; $Q_{p\%}$ – расчетная пропускная способность сооружения заданной обеспеченности
Пропускная способность водозабора (водоспуска)	$\frac{Q_{тр.вод}}{Q_{соор}} \leq 1$	$Q_{тр.вод}$ – требуемый расход по графику водоподачи; $Q_{соор}$ – пропускная способность сооружения
Устойчивость грунта основания сооружения на механическую суффозию	$\frac{V_{суф}}{V_{вых}} > 1$	$V_{суф}$ – допустимая выходная скорость механической суффозии грунта сооружения основания; $V_{вых}$ – действительная выходная скорость фильтрационного потока
Статическая устойчивость откосов	$\frac{K_3}{K_д} \geq 1,0$	K_3 – коэффициент запаса устойчивости откосов; $K_д$ – допустимый коэффициент устойчивости
Прочность грунта основания	$\frac{R_H}{R} > 1$	R_H – нормативное допустимое напряжение; R – действительное напряжение на грунт основания

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Обеспечение надежности системы «сооружение – основание»	$\frac{R_{н.с.}}{\gamma_n \gamma_{lc} F} \geq 1$	$R_{н.с.}$ – допустимое нормативное значение обобщенной несущей способности; F – значение обобщенного силового воздействия; γ_n – коэффициент надежности по ответственности сооружения; γ_{lc} – коэффициент сочетания нагрузок
Условие неразмываемости	$\frac{V_{\Delta_{нн.до}}}{V_{\Delta_{нн.до}}} \geq 1$ $\frac{V_{н.доп}}{V_{н.ср}} \geq 1$	$V_{\Delta_{нн.до}}$ – допускаемая (неразмывающая) донная скорость потока в точке; $V_{\Delta_{нн.до}}$ – действительная донная скорость потока в точке; $V_{н.доп}$ – допускаемая (неразмывающая) средняя скорость потока; $V_{н.ср}$ – средняя скорость потока
Условие незаиляемости	$\frac{V_{нез}}{V_{н.ср}} \geq 1$	$V_{нез}$ – допускаемая (незаиляющая) средняя скорость потока; $V_{н.ср}$ – средняя скорость потока (должна быть > 0,3 м/с)
Условие незарастаемости	$V_{н.ср} > 0,5-0,6$	$V_{н.ср}$ – средняя скорость потока, м/с
Примечание – В числителе – нормативные значения диагностических показателей для оценки износа; в знаменателе – значения измеренных диагностических показателей для оценки износа.		

В настоящее время эксплуатация гидротехнических сооружений ведется без учета количественных показателей физического износа, которые с успехом применяются в гражданском строительстве. Мероприятия по повышению надежности и долговечности мелиоративных сооружений должны основываться на накоплении опыта проектирования, строительства и эксплуатации сооружений, поэтому в настоящее время необходимо наладить систему сбора и обработки статистической информации по физическому износу сооружений. Научно обоснованные диагностические показатели для оценки износа ГТС мелиоративного назначения позволят более эффективно оценивать износ и на этой основе разработать рациональную планово-предупредительную систему их технического обслуживания и ремонта.

Список использованных источников

1 Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений: справ. пос. / М. Д. Бойко [и др.]; под ред. М. Д. Бойко. – М.: Стройиздат, 1993. – 208 с.

2 Мирцхулава, Ц. Е. Надежность гидромелиоративных сооружений / Ц. Е. Мирцхулава. – М.: Колос, 1974. – 280 с.

3 Порывай, Г. А. Предупреждение преждевременного износа зданий / Г. А. Порывай. – М.: Стройиздат, 1979. – 284 с.

4 Реконструкция зданий и сооружений: учеб. для вузов / А. Л. Шагин [и др.]; под ред. А. Л. Шагина. – М.: Высшая школа, 1991. – 352 с.

5 Щедрин, В. Н. Безопасность гидротехнических сооружений мелиоративного назначения / В. Н. Щедрин, Ю. М. Косиченко, Е. И. Шкуланов. – М.: «Росинформагротех», 2011. – 268 с.

УДК 626.82.004:65.012.2

А. С. Штанько

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАНИРОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье проведен анализ используемой в настоящее время технологии планирования и реализации водопользования на оросительных системах Ростовской области в условиях дефицита водных ресурсов. В ходе исследований были рассмотрены орга-