

---

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПРОБЛЕМ МЕЛИОРАЦИИ»  
(ФГБНУ «РосНИИПМ»)**

---



**СТАНДАРТ  
ОРГАНИЗАЦИИ**

**СТО 4.2-4-2015**

---

**МЕЛИОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ И СООРУЖЕНИЯ**

**Облегченные гидротехнические сооружения**

**Оценка эксплуатационной надежности**

**Издание официальное**

Новочеркасск  
РосНИИПМ  
2015

## Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения стандартов организаций – ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Основные положения».

### Сведения о стандарте:

1 РАЗРАБОТАН рабочей группой федерального государственного бюджетного научного учреждения «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» (ФГБНУ «РосНИИПМ») в составе: В. Н. Щедрин, акад. РАН, д-р техн. наук, проф.; Ю. М. Косиченко д-р техн. наук, проф.; А. М. Кореновский; О. А. Баев; К. В. Морогов; Н. Ю. Черничкина

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом директора ФГБНУ «РосНИИПМ» от 29 июня 2015 г. № 21

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ФГБНУ «РосНИИПМ», 2015

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации».

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | IV |
| 1 Область применения .....  | 1  |
| 2 Нормативные ссылки .....  | 2  |
| 3 Термины и определения.....  | 2  |
| 4 Основные положения по оценке эксплуатационной надежности<br>облегченных гидротехнических сооружений.....                              | 6  |
| 5 Общие требования по проведению обследований для оценки<br>эксплуатационной надежности облегченных гидротехнических<br>сооружений..... | 6  |
| 6 Оценка эксплуатационной надежности облегченных гидротехнических<br>сооружений по диагностическим показателям.....                     | 14 |
| 7 Организация и периодичность проведения плановых и внеплановых<br>технических обследований.....  | 18 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А (рекомендуемое) Пример расчета эксплуатационной<br>надежности по диагностическим показателям.....                          | 20 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б (рекомендуемое) Форма акта обследования технического<br>состояния облегченного гидротехнического сооружения.....           | 22 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В (рекомендуемое) Методы и приборы для определения<br>диагностических показателей надежности.....                            | 23 |

## Введение

Облегченные гидротехнические сооружения (ГТС) проектируются и возводятся для осуществления определенных функций и поэтому должны обладать заданными научно обоснованными качествами:

- соответствовать назначению по размерам, пропускной способности, напорам, то есть выполнять функциональные требования;
- обладать требуемыми прочностью, устойчивостью, надежностью (безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью), то есть обеспечивать выполнение технических требований;
- быть экономичными при возведении и эксплуатации, то есть обеспечивать выполнение экономических требований;
- обеспечивать выполнение экологических требований, то есть обладать экологической безопасностью.

С течением времени в результате воздействия природно-климатических и технологических факторов происходят процессы износа и старения, то есть утрата сооружениями первоначальных эксплуатационных качеств.

Старение и износ – процессы необратимые, существенно влияющие на эксплуатационную надежность сооружения. Эти процессы происходят непрерывно, независимо от того работает или не работает данное сооружение. В отличие от старения, потеря эксплуатационной надежности происходит в процессе работы сооружения. Основные факторы – это внешние воздействия – природные и искусственные (атмосферные, биологические, физико-химические и др. воздействия) и технологические.

Особое внимание при эксплуатации облегченных ГТС должно уделяться вопросам обследования с целью выявления причин преждевременного снижения эксплуатационной надежности. Таким образом, необходимость разработки стандарта организации по оценке эксплуатационной надежности облегченных гидротехнических сооружений мелиоративного назначения является актуальной задачей при их эксплуатации, а также при проектировании.

**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ**

---

**Мелиоративные системы и сооружения  
Облегченные гидротехнические сооружения  
Оценка эксплуатационной надежности**

Drainage systems and structures

Lightweights waterworks

Reliability assessment

---

Дата введения – 2015-06- 29

**1 Область применения**

1.1 Настоящий стандарт организации распространяется на облегченные ГТС, подведомственные Минсельхозу России, и устанавливает правила оценки их эксплуатационной надежности.

1.2 Настоящий стандарт разработан в развитие Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», Федерального закона от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ «О мелиорации земель», Федерального закона от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений», постановления Правительства Российской Федерации от 06 ноября 1998 г. № 1303 «О декларировании безопасности ГТС», СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения».

1.3 Предложенные методы оценки эксплуатационной надежности распространяются на облегченные сооружения, выполненные из мягких, гибких, жестких замкнутых и незамкнутых оболочек, плит из композитных материалов, стержней, анкеров (береговых и русловых) вант, вантовых систем, а также на сооружения из легкого бетона.

## **2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте организации использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ Р 53480-2009 Надежность в технике. Термины и определения

ГОСТ Р 53778-2010 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния

ГОСТ Р 22.1.11-2002 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг состояния водоподпорных гидротехнических сооружений (плотин) и прогнозирование возможных последствий гидродинамических аварий на них

СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения

СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия

СП 23.13330.2011 Основания гидротехнических сооружений

Примечание – При пользовании настоящим стандартом организации целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт (документ), то при пользовании настоящим стандартом организации следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

## **3 Термины и определения**

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 облегченные гидротехнические сооружения:** Гидротехнические сооружения, выполненные из мягких, гибких, жестких замкнутых и незамкнутых оболочек, плит из композитных материалов, стержней, анкеров (береговых и русловых), вант, вантовых систем, а также сооружения из легкого бетона.

## 3.2

**работоспособное техническое состояние:** Категория технического состояния, при которой некоторые из числа оцениваемых контролируемых параметров не отвечают требованиям проекта или норм, но имеющиеся нарушения требований в конкретных условиях эксплуатации не приводят к нарушению работоспособности, и необходимая несущая способность конструкций и грунтов основания с учетом влияния имеющихся дефектов и повреждений обеспечивается.

[ГОСТ Р 53778-2010 п. 3.11]

**3.3 эксплуатационная надежность:** Комплексный показатель, характеризующий техническое состояние конструкций при эксплуатации.

## 3.4

**гидротехническое сооружение:** Сооружение для использования водных ресурсов, а также для борьбы с вредным воздействием вод.

[ГОСТ 19185-73, п. 48]

## 3.5

**техническое состояние объекта:** Состояние, которое характеризуется в определенный момент времени, при определенных условиях внешней среды, значениями параметров, установленных технической документацией на объект.

[ГОСТ 20911-89, п. 2]

## 3.6

**повреждение:** Событие, заключающееся в нарушении исправности объекта при сохранении его работоспособности.

[ГОСТ Р 27.002-2009, п. 68]

## 3.7

**безопасность эксплуатации здания (сооружения):** Комплексное свойство объекта противостоять его переходу в аварийное состояние, определяемое:

проектным решением и степенью его реального воплощения при строительстве; текущим остаточным ресурсом и техническим состоянием объекта; степенью изменения объекта (старение материала, перестройки, перепланировки, пристройки, реконструкции, капитальный ремонт и т. п.) и окружающей среды как природного, так и техногенного характера; совокупностью антитеррористических мероприятий и степенью их реализации; нормативами по эксплуатации и степенью их реального осуществления.

[ГОСТ Р 53778-2010 п. 3.1]

3.8

**категория технического состояния:** Степень эксплуатационной пригодности несущей строительной конструкции или здания и сооружения в целом, а также грунтов их основания, установленная в зависимости от доли снижения несущей способности и эксплуатационных характеристик.

[ГОСТ Р 53778-2010 п. 3.6]

3.9

**критерий оценки технического состояния:** Установленное проектом или нормативным документом количественное или качественное значение параметра, характеризующего деформативность, несущую способность и другие нормируемые характеристики строительной конструкции и грунтов основания.

[ГОСТ Р 53778-2010 п. 3.7]

3.10

**оценка технического состояния:** Установление степени повреждения и категории технического состояния строительных конструкций или зданий и сооружений в целом, включая состояние грунтов основания, на основе сопоставления фактических значений количественно оцениваемых признаков со значениями этих же признаков, установленных проектом или нормативным документом.

[ГОСТ Р 53778-2010 п. 3.8]



## 3.11

**нормативное техническое состояние:** Категория технического состояния, при котором количественные и качественные значения параметров всех критериев оценки технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений, включая состояние грунтов основания, соответствуют установленным в проектной документации значениям с учетом пределов их изменения.

[ГОСТ Р 53778-2010 п. 3.10]

## 3.12

**ограниченно-работоспособное техническое состояние:** Категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая состояние грунтов основания, при которой имеются крены, дефекты и повреждения, приведшие к снижению несущей способности, но отсутствует опасность внезапного разрушения, потери устойчивости или опрокидывания, и функционирование конструкций и эксплуатация здания или сооружения возможны либо при контроле (мониторинге) технического состояния, либо при проведении необходимых мероприятий по восстановлению или усилению конструкций и (или) грунтов основания и последующем мониторинге технического состояния (при необходимости).

[ГОСТ Р 53778-2010 п. 3.12]

## 3.13

**аварийное состояние:** Категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая состояние грунтов основания, характеризующаяся повреждениями и деформациями, свидетельствующими об исчерпании несущей способности и опасности обрушения и (или) характеризующаяся кренами, которые могут вызвать потерю устойчивости объекта.

[ГОСТ Р 53778-2010 п. 3.13]

## **4 Основные положения по оценке эксплуатационной надежности облегченных гидротехнических сооружений**

4.1 Целью оценки эксплуатационной надежности облегченных ГТС является обеспечение их работоспособности и безаварийной эксплуатации в течение всего срока службы.

4.2 Задачами оценки эксплуатационной надежности облегченных ГТС являются:

- своевременное выявление дефектов, повреждений и условий, способствующих их появлению;
- проверка соответствия технических показателей и параметров их эксплуатационных качеств сооружений установленным проектным (нормативным) требованиям;
- документирование результатов оценки эксплуатационной надежности облегченных ГТС является основанием для проведения ремонтно-восстановительных работ.

## **5 Общие требования по проведению обследований для оценки эксплуатационной надежности облегченных гидротехнических сооружений**

5.1 Заказчиком с участием исполнителя обследования разрабатывается техническое задание. Техническое задание утверждается заказчиком, согласовывается с исполнителем и при необходимости с проектной организацией-разработчиком проекта объекта.

5.2 Обследование сооружений для оценки его эксплуатационной надежности должно проводиться в три связанных между собой этапа:

- подготовка к проведению обследований;
- предварительные (визуальные) обследования;
- детальные (инструментальные) обследования.

5.3 Выполняется подготовительный этап обследования, который включает следующие виды работ:

- ознакомление с объектом обследования, его конструктивным решением, материалами инженерных изысканий;
- изучение и анализ проектно-технической документации;
- составление программы работ на основе полученного от заказчика технического задания;
- разработку и составление масштабных карт развертки поверхности сооружений;
- разработку маршрутных схем осмотров.

5.4 По проектной документации устанавливаются технологические и конструктивные решения сооружений, расчетные схемы, нагрузки и воздействия, проектные марки бетона, полимерных материалов, классы и марки стали арматурных стержней, стальных конструкций и закладных частей, и др.

5.5 По исполнительной документации определяется соответствие (несоответствие) использованных при строительстве объекта материалов, изделий и деталей проектным данным, о смещениях и отклонениях конструкций от проектных решений, о качестве строительных и монтажных работ.

5.6 Изучается и проводится анализ эксплуатационной документации: журналов по эксплуатации облегченных ГТС, предписаний, актов расследований аварий, технических отчетов и заключения о состоянии объекта диагностирования, результатов геодезических измерений, информации о выявленных в процессе эксплуатации дефектах, повреждениях, отказах в работе и разрушениях конструкций, о перемещениях и осадке несущих конструкций, о проведенных ремонтах, усилениях и заменах элементов конструкций.

5.7 Примерный перечень технической документации для использования при подготовительных работах:

- проектная документация:
  - 1) рабочие чертежи и пояснительная записка к ним с данными по проектным нагрузкам и воздействиям;
  - 2) документы согласования с проектирующей организацией в случае наличия отступления от проекта;

## СТО 4.2-4-2015

3) расчетные схемы и результаты статистических и динамических расчетов на проектные нагрузки;

4) рекомендации по технологии изготовления конструкций, выполнению строительно-монтажных работ и эксплуатации;

- материалы завода-изготовителя:

1) чертежи раскройки мембранных полотнищ;

2) сертификаты на материалы, паспорта качества;

3) паспорта изделий с указанием прочности бетона, в случае использования типовых элементов;

- строительная документация:

1) журналы работ и исполнительные схемы монтажа с указанием места установки;

2) сведения о дефектах, выявленных в монтируемых конструкциях;

3) данные об условиях транспортирования и складирования облегченных конструкций на складе;

4) акты и протоколы сдачи-приемки объекта с указанием недоделок, выявленных дефектов и повреждений, а также акты их устранения;

5) акты на скрытые работы;

- эксплуатационная документация:

1) паспорт ГТС;

2) сведения о воздействиях и нагрузках при эксплуатации облегченных конструкций;

3) сведения о выполнявшихся ремонтах, реконструкциях и усилениях;

4) технические журналы по эксплуатации облегченного сооружения;

5) акты результатов периодических технических и внеочередных осмотров сооружений и его конструкций;

6) акты технических освидетельствований сооружений;

7) результаты геодезических наблюдений за конструкциями в процессе эксплуатации;

8) отчеты и заключения специализированных организаций о ранее вы-

полненных обследованиях;

9) документы, характеризующие физические параметры облегченных материалов.

5.8 Предварительный (визуальный) этап обследования включает следующие виды работ: визуальное обследование облегченных сооружений, их конструкций и выявление дефектов и повреждений по внешним признакам с необходимыми замерами и предварительной оценкой их технического состояния; описание, фотографирование выявленных повреждений, дефектов и неблагоприятных явлений.

5.9 Детальное (инструментальное) обследование включает следующие работы:

- работы по обмеру геометрических параметров облегченных сооружений, конструкций, их элементов и узлов, в том числе с применением геодезических приборов;

- инструментальное определение параметров дефектов и повреждений;

- определение фактических прочностных характеристик материалов основных облегченных конструкций;

- определение усилий в облегченных конструкциях, воспринимающих эксплуатационные нагрузки по результатам обследования;

- обработка и анализ результатов обследования и выполнение поверочных расчетов;

- анализ и установление вероятных причин появления дефектов и повреждений в облегченных конструкциях;

- составление итогового документа с выводами по результатам обследования.

5.10 Дефекты и повреждения должны устраняться в соответствии с технической документацией эксплуатирующей организацией или специализированной организацией, имеющей допуск на данный вид деятельности.

5.11 Нормативные значения постоянных и временных нагрузок, действующих на конструкции, определяются на основании имеющейся проектно-

технической документации.

5.12 При обследовании объекта должны определяться фактические нагрузки от собственного веса облегченных конструкций и технологических нагрузок по руководству [1] и рекомендациям [2].

5.13 Расчеты выполняются с учетом уточненного обследования:

- геометрических параметров сооружения и его конструктивных элементов – пролетов, высот, размеров расчетных сечений конструкций;
- расчетных сопротивлений материалов, из которых выполнены конструкции;
- дефектов и повреждений, влияющих на несущую способность конструкций;
- фактических нагрузок, воздействий и условий эксплуатации облегченных сооружения.

5.14 На основании расчетов производится определение усилий в конструкциях от эксплуатационных нагрузок и воздействий, в том числе и сейсмических, и выполняется сравнение их с допустимыми значениями.

5.15 Производится сопоставление этих величин, и определяется степень реальной загруженности конструкций по сравнению с ее несущей способностью.

5.16 Инструментальные обследования выполняются с целью определения и контроля параметров эксплуатационных качеств, критериев диагностических показателей надежности облегченных ГТС, определения смещений, пропускной способности, геометрических размеров облегченных сооружений.

5.17 На основании проведенного обследования облегченных сооружений, выполнения проверочных расчетов и анализа их результатов делается вывод о категории технического состояния этих конструкций и может быть принято решение об их дальнейшей эксплуатации. В случае если усилия в облегченной конструкции превышают допустимые значения, то состояние такой конструкции должно быть признано недопустимым или аварийным. Качественная оценка технического состояния облегченных ГТС представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Качественная оценка технического состояния облегченных гидротехнических сооружений

| Категория состояния сооружения, уровень безопасности ГТС                     | Признак качественной оценки технического состояния  |  |  |
|--|---|--|--|
|  | Конструкция из легкого бетона   | Полимерная конструкция   | Вывод о техническом состоянии  |
| I – нормативное по ГОСТ Р 53778-2010: нормальный уровень безопасности        | На поверхности бетона на незащищенных конструкциях видимых дефектов и повреждения нет или имеются небольшие отдельные выбоины, сколы, волосяные трещины (не более 0,1 мм). Антикоррозионная защита. Ориентировочная прочность бетона не ниже проектной. Цвет бетона не изменен. | Отсутствуют признаки, характеризующие износ конструкций и повреждения защитных покрытий        | ГТС соответствуют проекту, действующим нормам и правилам, показатели состояния ГТС не превышают предельно допустимых (критериальных) для работоспособного состояния (К1) |
| II – работоспособное по ГОСТ Р 53778-2010: пониженный уровень безопасности   | Бетонные элементы имеют частичные повреждения. Глубина нейтрализации бетона не превышает толщины защитного слоя   | Имеют место незначительные посечки, вырывы. Крен русловых и береговых анкеров ниже предельного | Невыполнение первоочередных мероприятий по обеспечению надежности и безопасности ГТС   |
| III – ограниченно работоспособное по ГОСТ Р 53778-2010: неудовлетворительное | Трещины в растянутой зоне бетона, превышающие их допустимое раскрытие. Трещины в сжатой зоне и в зоне главных растягивающих напряжений, прогибы элементов,  | Имеют место значительные нарушения сплошности полимерных элементов. Механические повреждения   | Снижение механической безопасности облегченных элементов сооружений, превышение предельно допустимых значений, способных привести к                                      |

| Категория состояния сооружения, уровень безопасности ГТС                        | Признак качественной оценки технического состояния  |   |  |
|---|---|---|--|
|   | Конструкция из легкого бетона   | Полимерная конструкция  | Вывод о техническом состоянии  |
|   | вызванные эксплуатационными воздействиями, превышают допустимые более чем на 30 %. Бетон в растянутой зоне на глубине защитного слоя между стержнями арматуры легко крошится        | анкеров и вантовых систем приводят к ослаблению сечения до 15 %                 | развитию аварии  |
| IV – аварийное по ГОСТ Р 53778-2010: опасный (критический) уровень безопасности | Снижение ориентировочной прочности легкого бетона в сжатой зоне изгибаемых элементов до 30 % и в остальных участках до 20 %. Высокая водопроницаемость плит. Трещины в конструкциях | Имеют место значительные нарушения сплошности полимерных элементов (более 50 %) | Развиваются опасные процессы снижения прочности и устойчивости облегченных ГТС, показатели состояния облегченных ГТС превышают предельно допустимые значения |

5.18 Состав визуальных, инструментальных и специальных исследований должен назначаться с учетом специфики облегченных ГТС.

5.19 Состав контролируемых диагностических показателей ГТС, фиксируемых инструментальными обследованиями, следующий:

- для облегченных плотин (мембранно-вантового типа):

- 1) осадки основания;
- 2) горизонтальные смещения гребня;
- 3) пьезометрические напоры в области фильтрации;
- 4) фильтрационный расход через основание;
- 5) градиенты фильтрационных напоров в основании и рисберме;



б) превышение гребня плотины над уровнем воды;

7) повреждение и смещение вантовой системы;

8) смещение береговых и русловых анкеров;

- для бетонных сооружений (водосливы из легкого бетона):

1) напряжения и деформации в конструктивных элементах облегченных водосбросных сооружений;

2) усилия в ответственных, несущих нагрузку, облегченных бетонных элементах;

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

4) осадки устоев облегченных водосбросных сооружений;

5) горизонтальные перемещения устоев облегченных водосбросных сооружений;

б) раскрытия швов и трещин;

7) размывы и пульсации давлений воды в нижнем бьефе;

8) проявления трещинообразования, деструктивных разрушений легкого бетона;

9) коррозия;

- для вантовых и анкерных систем крепления:

1) разрывы в местах соединения вантовых систем и полимерных полотнищ;

2) горизонтальные и вертикальные смещения вантовых и анкерных систем;

3) нагрузки статические и динамические;

4) пропускная способность донных водосбросных окон (при наличии);

5) соответствие анкеров и тросовых вант заводским сертификатам;

б) коррозия вантовых и анкерных систем;

7) подвижность вантовых и анкерных систем;

8) деформации и повреждение элементов металлоконструкций;

9) коэффициент готовности  $K_r$  по ГОСТ Р 53480-2009;

10) коэффициент технического использования  $K_{ти}$  по ГОСТ Р 53480-2009;

- для подпорных стенок из армомент и легкого бетона:

- 1) осадка и разрушение легкого бетона;
- 2) горизонтальные перемещения и наклоны;
- 3) усилия в армоменте (армированная насыпь);
- 4) боковое давление грунта обратных засыпок;

- для оснований облегченных ГТС:

- 1) осадка основания под сооружением;
- 2) напряжения в грунте основания на контакте с сооружением;
- 3) фильтрационные напоры и градиенты напора в основании;
- 4) фильтрационные расходы через основание и береговые примыкания;
- 5) проявления очагов сосредоточенной фильтрации, суффозии грунта, локальных выпоров грунта и оползней на береговых склонах.

5.20 Декларированию безопасности подлежат все облегченнее ГТС I, II и III классов. Для облегченных ГТС IV класса декларация безопасности разрабатывается при напоре на сооружениях более 3 м и объемах водохранилища более 0,5 млн м<sup>3</sup> (статья 21 положения [3]).

## **6 Оценка эксплуатационной надежности облегченных гидротехнических сооружений по диагностическим показателям**

6.1 В таблице 2 представлены наиболее значимые комплексные диагностические показатели и их соотношения для оценки эксплуатационной надежности ГТС.

6.2 Выделяются основные элементы облегченного сооружения, их основные диагностические показатели надежности и количественные нормативные значения.

Таблица 2 – Диагностические показатели надежности для оценки эксплуатационной надежности облегченных гидротехнических сооружений

| Диагностический показатель  | Значение   | Примечание   |
|---|--|--|
| Фильтрационная устойчивость грунта основания сооружения           | $\frac{J_{ДК}}{J} \geq 1,0$  | $J_{ДК}$ – допустимый контролирующий градиент;<br>$J$ – действительный градиент  |
| Пропускная способность облегченных водосбросных сооружений        | $\varphi(Q) = Q - Q_p \geq 0$<br>$\beta Q_p \geq \varphi(Q) \geq 0$  | $Q, Q_p$ – фактическая и расчетная пропускная способность (расход) сооружения, м <sup>3</sup> /мин;<br>$\beta$ – коэффициент допустимого снижения расчетной пропускной способности $Q_p$ , принимаемый равным в пределах 0,03–0,05                 |
| Соблюдение затопленного режима сопряжения в нижнем бьефе          | $\varphi(h_c'') = h_c'' - h_b < 0$   | $h_c''$ – вторая сопряженная глубина в нижнем бьефе;<br>$h_b$ – бытовая глубина в нижнем бьефе   |
| Устойчивость грунта основания сооружения на механическую суффозию | $\frac{V_{суф}}{V_{вых}} > 1$  | $V_{суф}$ – допустимая выходная скорость механической суффозии грунта сооружения основания, м <sup>3</sup> ;<br>$V_{вых}$ – действительная выходная скорость фильтрационного потока, м <sup>3</sup>  |
| Прочность композитного (прорезиненного) материала                 | $\Pi_\delta = \frac{\delta_o - \delta}{\delta_o} \cdot 100 \% < \Pi_{\delta_{дон}}$                          | $\delta_o, \delta$ – разрушающее напряжение при растяжении, соответственно, контрольных и поврежденных образцов;<br>$\Pi_{\delta_{дон}}$ – допускаемое напряжение в образце  |
| Деформативность композитного материала                            | $\Pi_\varepsilon = \frac{\varepsilon_o - \varepsilon}{\varepsilon_o} \cdot 100 \% < \Pi_{\varepsilon_{дон}}$ | $\varepsilon_o, \varepsilon$ – относительное удлинение при разрыве контрольных и поврежденных образцов   |
| Водопроницаемость бетона в облегченных ГТС                        | $K_\phi = \eta \frac{Q\delta_o}{S\tau P} \cdot 100 \% < K_n$   | $\eta$ – коэффициент, учитывающий вязкость воды;<br>$Q$ – количество фильтрата, кг;<br>$\delta_o$ – толщина образца бетона, м;<br>$S$ – площадь водной поверхности, м <sup>2</sup> ;<br>$\tau$ – время фильтрации, мин;<br>$P$ – давление воды, Па |

## Окончание таблицы 2

| Диагностический показатель  | Значение  | Примечание   |
|---|---|--|
| 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, Н;<br>$\gamma_n$ – коэффициент надежности по ответственности сооружения;<br>$\gamma_{lc}$ – коэффициент сочетания нагрузок;<br>$F$ – значение обобщенного силового воздействия, Н |
| Допускаемые усилия в береговых и русловых удерживающих анкерах  | $Ж_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{Жi}}{n} > Ж_n$            | $Ж_{cp}$ – средняя жесткость анкеров;<br>$K_{Жi}$ – частные коэффициенты жесткости анкеров;<br>$n$ – количество береговых анкеров;<br>$Ж_n$ – нормативная жесткость анкера (по ТУ)   |
| Устойчивость насыпи армированной армолентами  | $\sum F_{y\partial} \geq \sum F_{с\partial} \cdot K_{st}$ | $\sum F_{y\partial}$ – сумма удерживающих сил, Н;<br>$\sum F_{с\partial}$ – сумма сдвигающих сил, Н;<br>$K_{st}$ – коэффициент запаса, $K_{st} = 1,1$  |
| Прочность тросов вантовых систем  | $\frac{\sigma}{[\sigma]} \geq 1$                          | $\sigma$ – измеренное напряжение в тросе вантовой системы;<br>$[\sigma]$ – допускаемое (нормативное) напряжение в тросе вантовой системы   |
| <p>Примечание – В числителе представлены нормативные значения диагностических показателей для оценки эксплуатационной надежности; в знаменателе – значения измеренных диагностических показателей для оценки эксплуатационной надежности.</p> |   |  |

6.2.1 Проводятся инструментальные обследования по определению реальных значений диагностических показателей для основных элементов облегченного сооружения.

6.2.2 По результатам обследования для каждого элемента сооружения определяется его эксплуатационная надежность:

$$\mathcal{E}_i = \sum \left(1 - \frac{P_i}{P_{iTP}}\right) \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}_i$  – эксплуатационная надежность  $i$ -того элемента облегченного сооружения по диагностическим показателям, %;

$P_i$  – диагностический показатель элемента сооружения, зафиксированный при обследовании;

$P_{iTP}$  – требуемый или нормативный  $i$ -тый диагностический показатель надежности.

6.2.3 Общая эксплуатационная надежность  $\mathcal{E}_{общ}$ , %, облегченного сооружения определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{общ} = \frac{\sum \mathcal{E}_i \cdot C_{iyd}}{100}, \quad (2)$$

где  $\sum \mathcal{E}_i$  – сумма повреждений элементов облегченного сооружения, %;

$C_{iyd}$  – удельный вес  $i$ -того элемента облегченного сооружения.

Пример расчета эксплуатационной надежности по диагностическим показателям представлен в приложении А.

6.3 Лица, проводящие измерения диагностических показателей надежности для оценки эксплуатационной надежности облегченных ГТС (таблица 2), должны иметь профильное образование и уметь пользоваться измерительными инструментами.

## **7 Организация и периодичность проведения плановых и внеплановых технических обследований**

7.1 Техническое состояние облегченных сооружений и уровень организации их эксплуатации определяются в процессе технических осмотров. Правилами и нормами технической эксплуатации облегченных сооружений установлены три вида обследований:

- общий – общий всего сооружения (в межполивной период);
- частичный – обследование отдельных частей сооружения и оборудования (плановый, внеплановый);
- внеочередной – после ливней, ураганов, сильных снегопадов и других стихийных явлений (внеплановый).

7.2 Обследования должны выполняться как инструментальные, так и визуальные.

7.3 Периодичность плановых технических обследований (осмотров) – два раза в год (после вегетационного периода эксплуатации и за месяц до вегетационного периода); за месяц до паводков и сразу после прохождения паводков.

7.4 Периодичность внеплановых технических обследований – не позднее вторых суток после каждого стихийного явления природы.

7.5 Календарные сроки осмотров устанавливаются приказом руководителя эксплуатирующей организации.

7.6 Для технического осмотра (обследования) создается комиссия в следующем составе: руководитель эксплуатирующей организации, специалисты эксплуатирующей организации (три – пять человек).

7.7 По результатам технических обследований (инструментальных и визуальных) определяется готовность сооружения к дальнейшему использованию в эксплуатационном режиме, дается оценка технического состояния, уровня безопасности, и составляется акт технического обследования, представленный в приложении Б.

7.8 Методы и приборы для определения диагностических показателей надежности представлены в приложении В.

**Приложение А**  
**(рекомендуемое)**

**Пример расчета эксплуатационной надежности  
по диагностическим показателям**

Вычисляем эксплуатационную надежность облегченной плотины (мембранно-вантового типа).

В общем случае эксплуатационная надежность сооружений по диагностическим показателям будет определяться по формуле:

$$\mathcal{E}_i = \sum \left(1 - \frac{P_i}{P_{\text{нр}}}\right) \cdot 100\% , \quad (\text{А.1})$$

где  $\mathcal{E}_i$  – эксплуатационная надежность  $i$ -того элемента облегченного сооружения по диагностическим показателям, %;

$P_i$  – диагностический показатель элемента сооружения, зафиксированный при обследовании;

$P_{\text{нр}}$  – требуемый или нормативный  $i$ -тый диагностический показатель надежности.

Тогда эксплуатационная надежность облегченной плотины составит:

$$\mathcal{E} = (1 - 1,0/1,2) \cdot 100\% = 16\% .$$

Вычисляем эксплуатационную надежность облегченной плотины (по фильтрационной устойчивости основания):

- допустимый контролирующий фильтрационный градиент основания – 1,35;

- действительный фильтрационный градиент, рассчитанный по данным обследований – 1,5.

Тогда эксплуатационная надежность облегченной плотины (по фильтрационной устойчивости основания) составит:

$$\mathcal{E} = (1 - 1,35/1,5) \cdot 100\% = 10\% .$$

Вычисляем эксплуатационную надежность водобросного сооружения (по функциональным требованиям):



- водосбросное сооружение донного типа;
- пропускная способность водосбросного сооружения (измеренная, рассчитанная по данным обследования) – 30 м<sup>3</sup>/с;
- расчетная пропускная способность заданной обеспеченности – 36 м<sup>3</sup>/с.

Тогда эксплуатационная надежность водосбросного сооружения составит:

$$\mathcal{E} = (1 - 30,0/36,0) \cdot 100\% = 17\% .$$

Рассчитаем эксплуатационную надежность по техническому состоянию береговых анкеров:

- коэффициент запаса устойчивости – 0,9;
- допустимый коэффициент устойчивости – 1,05.

Тогда эксплуатационная надежность облегченной плотины по техническому состоянию береговых анкеров составит:

$$\mathcal{E} = (1 - 0,9/1,05) \cdot 100\% = 14,3\% .$$

Вычисляем эксплуатационную надежность грунта с анкерровкой из армо-лент (по диагностическому показателю прочности грунта основания):

- нормативное (проектное) допустимое напряжение основания – 250 кН/м<sup>2</sup>;
- действительное измеренное допустимое напряжение грунта основания – 230 кН/м<sup>2</sup>.

Тогда эксплуатационная надежность грунта с анкерровкой из армо-лент (по диагностическому показателю прочности грунта основания) будет равна:

$$\mathcal{E} = (1 - 230/250) \cdot 100\% = 8\% .$$

Общая эксплуатационная надежность облегченного ГТС составит:

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = \frac{55,3 \cdot 22,33}{100} = 12,35\% .$$

По таблице 1 определяются техническое состояние сооружения и уровень безопасности: техническое состояние – ограниченно-работоспособное, уровень безопасности – неудовлетворительный.

**Приложение Б  
(рекомендуемое)**

**Форма акта обследования технического состояния облегченного  
гидротехнического сооружения**

|  |  |
|--|--|
| 1 Адрес объекта  |  |
| 2 Время проведения обследования                                |  |
| 3 Организация, проводившая обследование                        |  |
| 4 Тип проекта объекта  |  |
| 5 Проектная организация, проектировавшая объект                |  |
| 6 Строительная организация, возводившая объект                 |  |
| 7 Год возведения объекта                                       |  |
| 8 Собственник объекта  |  |
| 9 Конструктивный тип объекта                                   |  |
| 10 Конструктивные элементы объекта                             |  |
| 11 Технологические характеристики объекта                      |  |
| 12 Установленная категория технического состояния объекта      |  |
| 13 Оценка технического состояния и эксплуатационной надежности |  |
| 14 Оценка уровня безопасности объекта                          |  |

**Приложение В  
(рекомендуемое)**

**Методы и приборы для определения диагностических показателей  
надежности**

| Диагностический показатель  | Примечание   | Метод определения   | Прибор и оборудование     |
|---|--|---|---------------------------|
| Фильтрационная устойчивость грунта основания сооружения           | $J_{ДК}$ – допустимый контролирующий градиент;<br>$J$ – действительный градиент  | ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости  | Грунтовая лаборатория     |
| Пропускная способность облегченных водосбросных сооружений        | $Q, Q_p$ – фактическая и расчетная пропускная способность (расход) сооружения, м <sup>3</sup> /с;<br>$\beta$ – коэффициент допустимого снижения расчетной пропускной способности $Q_p$ , принимаемый равным в пределах 0,03–0,05 | ГОСТ Р 51657.1-2000 Водочет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах  | Вертушка гидрометрическая |
| Соблюдение затопленного режима сопряжения в нижнем бьефе          | $h_c''$ – вторая сопряженная глубина в нижнем бьефе, м;<br>$h_6$ – бытовая глубина в нижнем бьефе, м   | –   | Рейка гидрометрическая    |
| Устойчивость грунта основания сооружения на механическую суффозию | $V_{суф}$ – допустимая выходная скорость механической суффозии грунта сооружения основания, м <sub>з</sub> ;<br>$V_{вых}$ – действительная выходная скорость фильтрационного потока, м <sup>3</sup>                              | ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости  | Грунтовая лаборатория     |
| Прочность композитного (прорезиненного) материала                 | $\delta_o, \delta$ – разрушающее напряжение при растяжении, соответственно, контрольных и поврежденных образцов;<br>$P_{доп}$ – допускаемое напряжение в образце   | ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82) Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении | Разрывные машины          |

## Окончание приложения В

| Диагностический показатель                                     | Примечание   | Метод определения  | Прибор и оборудование           |
|--|--|--|---------------------------------|
| Деформативность композитного (прорезиненного) материала        | $\varepsilon_0, \varepsilon$ – относительное удлинение при разрыве контрольных и поврежденных образцов   | ГОСТ 8977-74 Полотна текстильные нетканые. Метод определения жесткости   | Приборы неразрушающего контроля |
| Водопроницаемость бетона в облегченных ГТС                     | $\eta$ – коэффициент, учитывающий вязкость воды ( $\eta = 1$ при $T = 20$ °С);<br>$Q$ – количество фильтрата, м <sup>3</sup> ;<br>$\delta_0$ – толщина образца бетона, м;<br>$\tau$ – время фильтрации, с;<br>$P$ – давление воды, Па                          | ГОСТ 12730.5-84 (2002): Бетоны. Методы определения водопроницаемости   | Лабораторные методы             |
| Обеспечение надежности системы «сооружение – основание»        | $R_{н.с.}$ – допустимое нормативное значение обобщенной несущей способности, Н;<br>$F$ – значение обобщенного силового воздействия, Н;<br>$\gamma_n$ – коэффициент надежности по ответственности сооружения;<br>$\gamma_{lc}$ – коэффициент сочетания нагрузок | СП 23.13330.2011 Основания гидротехнических сооружений.  | Расчетный метод                 |
| Допускаемые усилия в береговых и русловых удерживающих анкерах | $n$ – количество береговых анкеров;<br>$Ж_{ср}$ – средняя жесткость анкеров;<br>$К_{жи}$ – частные коэффициенты жесткости анкеров;<br>$Ж_n$ – нормативная жесткость анкера (по ТУ)   | СТО 44416204-09-2010 Крепления анкерные. Метод определения несущей способности анкеров по результатам натурных испытаний | Приборы неразрушающего контроля |
| Устойчивость насыпи армированной армолентами                   | $\sum F_{y0}$ – сумма удерживающих сил, Н;<br>$\sum F_{сд}$ – сумма сдвигающих сил, Н;<br>$K_{st}$ – коэффициент запаса, $K_{st} = 1,1$  | ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости                       | Грунтовая лаборатория           |
| Прочность тросов вантовых систем                               | $\sigma$ – измеренное напряжение в тросе вантовой системы;<br>[ $\sigma$ ] – допускаемое (нормативное) напряжение в тросе вантовой системы   | ГОСТ 3079-55 Тросы стальные  | Дефектоскопы                    |

**Библиография**

- [1] Руководство по применению мембранно-вантовых плотин (гидровантовых плотин) / ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1983. – 70 с.
- [2] Рекомендации по проектированию строительству и эксплуатации облегченных плотин с водовыпускными устройствами / ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1985. – 90 с.
- [3] Положение о декларировании безопасности гидротехнических сооружений: утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 06.11.98 № 1303.

СТО 4.2-4-2015

УДК 626/627:658.274.006.03

ОКС 65.060.35

Ключевые слова: облегченное гидротехническое сооружение, эксплуатационная надежность, оценка, техническое состояние, эксплуатационное состояние.