

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МЕЛИОРАЦИИ»
(ФГБНУ «РосНИИПМ»)

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Сборник научных трудов

Выпуск 46

Новочеркасск
«Геликон»
2011

УДК 631.587

ББК 41.9

П 901

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. Н. Щедрин (ответственный редактор), Ю. М. Косиченко,
Г. А. Сенчуков, Т. П. Андреева (секретарь).

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В. И. Ольгаренко – профессор кафедры «Мелиорация земель» ФГБОУ ВПО «НГМА», засл. деятель науки РФ, чл.-кор. РАСХН, д-р техн. наук, профессор.

В. В. Бородычѳв – директор Волгоградского филиала ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, чл.-кор. РАСХН, д-р с.-х. наук, профессор.

П 901 Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 46. – Новочеркасск: Геликон, 2011. – 137 с.

ISBN 978-5-9997-0266-1

Сборник научных трудов подготовлен ФГБНУ «РосНИИПМ» по материалам научно-практических конференций «Вопросы технического регулирования в мелиорации», «Гидравлическая эффективность мелиоративных каналов и сооружений», «Нормативно-методическое и приборное обеспечение водоучета на мелиоративных системах», «Оснащение мелиоративных систем средствами водоучета. Проблемы и перспективы», «Техническое состояние и уровень безопасности мелиоративных каналов и гидротехнических сооружений».

УДК 631.587

ББК 41.9

ISBN 978-5-9997-0266-1

© ФГБНУ «РосНИИПМ», 2011

© Авторы, 2011

© Оформление.

ФГБНУ «РосНИИПМ», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I

ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В МЕЛИОРАЦИИ

Бочкарев В. Я. Совершенствование нормативно-технического обеспечения мелиорации в России, пути решения проблемы.....	5
Воеводин О. В., Кожанов А. Л. Принципы формирования системы документации в области стандартизации мелиоративной деятельности.....	12
Жук С. Л., Слабунов В. В. Состояние и перспективы развития системы НТД в области строительства объектов мелиоративного комплекса	16
Слабунов В. В., Сенчуков Г. А. Тенденции международного научно-технического сотрудничества в области мелиорации.....	21
Шепелев А. Е. Вопрос стандартизации в области эксплуатации мелиоративных насосных станций.....	27
Штанько А. С. Нормативное обеспечение эксплуатационного контроля состояния и работы сооружений водохранилищ мелиоративного назначения	33

РАЗДЕЛ II

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ И СООРУЖЕНИЙ

Андреев Д. Ю. Оценка экологической ситуации бассейновых геосистем на примере бассейна р. Белая республики Адыгея.....	37
Винокуров А. А. Экспериментальные исследования дополнительного водосброса Усть-Джегутинского гидроузла.....	43
Кашарин Д. В., Годин М. А., Годин П. А. Мобильные водоподпорные сооружения для энергообеспечения мелиоративных систем.....	48
Косиченко Ю. М. Проблемы гидравлической эффективности оросительных каналов.....	55
Курцева Т. Л. Основные конструктивные мероприятия по укреплению нижнего бьефа малых водопропускных сооружений.....	60
Мицик М. Ф., Косиченко Н. В. Плановые задачи растекания открытых бурных потоков в широком отводящем русле	67

Савенкова Е. А. Оценка современного технического состояния Донского магистрального канала.....	76
Чернова Д. А. О выборе метода расчета транспорта наносов в руслах мелиоративных каналов.....	80
Шкуланов Е. И., Кореновский А. М. Порядок проведения анализа риска аварий мелиоративных сооружений и его оценка	87

РАЗДЕЛ III

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И УРОВЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ. НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОДОУЧЕТА НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ

Кореновский А. М., Шкуланов Е. И., Савенкова Е. А. Физический износ гидротехнических сооружений мелиоративного назначения	95
Федорян Я. В. Влияние биопомех на экологическое состояние малых степных рек и каналов Юга России.....	101
Хецуриани Е. Д., Бечвая Р. С., Душенко А. Ю. Применение комплекса водозаборно-очистных сооружений в условиях ковшевого водозабора.....	104
Хецуриани Е. Д., Фесенко Л. Н. Современное состояние устройства и эксплуатации водозаборов систем водоснабжения	110
Чернова Д. А. Некоторые результаты исследования мобильного устройства для промыва русел мелиоративных каналов ..	116
Чураев А. А., Юченко Л. В. Требования к оснащению КИА и составу контролируемых параметров водного потока на водозаборных и водосбросных сооружениях гидроузла	122
Шкуланов Е. И., Кореновский А. М., Савенкова Е. А. Разработка диагностических показателей физического износа гидротехнических сооружений.....	129

РАЗДЕЛ I
ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
В МЕЛИОРАЦИИ

УДК 631.6.006:338.43.000.34

В. Я. Бочкарев (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕЛИОРАЦИИ В РОССИИ, ПУТИ
РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

Рассмотрено современное состояние нормативно-технического обеспечения мелиорации в России, проблемы создания современной системы национальной стандартизации с учетом требований директив ЕС, стандартов ИСО и нормативных документов стран Таможенного союза. Определены направления формирования новой НТД в мелиорации.

Современный подход к стандартизации [1, 2] характеризуется тем, что она является стабилизирующим фактором развития социально-экономической сферы жизнедеятельности общества, а совокупность ее инструментов обеспечивает повышение конкурентоспособности национальной экономики. Сущность этого подхода состоит в разделении ответственности государства и производителя. Государство несет ответственность за такие глобальные категории, как безопасность промышленной продукции, защита здоровья и жизни населения, охрана окружающей среды, защита имущества. Производитель, в свою очередь, берет на себя ответственность за производство конкурентоспособной продукции и обеспечение ее качественных показателей.

В последние годы начато реформирование сформированной на протяжении многих десятилетий системы государственной стандартизации в области мелиорации и водного хозяйства, в национальную систему стандартизации, максимально гармонизированную с международной системой стандартизации ИСО. Предполагается, что новая национальная система стандартизации позволит обеспечить эффективное развитие мелиоративного комплекса АПК России с учетом международных правил организации производственно-хозяйственной деятельности.

Существовавшая ранее государственная система стандартизации в области мелиорации характеризуется преобладанием строительных норм и правил (СНИП) с сопутствующими нормативно-методическими документами (ведомственные строительные нормы, пособия к СНИП, методические указания и т.п.), на основе которых и сейчас выполняются основные виды работ в мелиоративном строительстве, при эксплуатации мелиоративных систем. Государственные стандарты, как правило, регламентировали отдельные виды технологических и производственных процессов (применение специального технологического оборудования, контрольно-измерительные операции, водоучет, культуртехнические работы, мелиоративные машины и т.п.). Совершенствование системы стандартизации требует изменения приоритетов развития, структурных и качественных изменений, соответствующих новым стратегическим целям, принципам и задачам формирования национальной системы стандартизации в области мелиорации.

Формирование новой национальной системы стандартизации в области мелиорации требует изменения приоритетов развития, соответствующих новым правовым требованиям федеральных законов и постановлений Правительства РФ [2]. Состав документов системы стандартизации может включать международные, межгосударственные и национальные стандарты, своды правил и стандарты организаций, нормы и рекомендации в области стандартизации. При этом фонд документов национальной системы стандартизации в области мелиорации является составной частью федерального информационного фонда технических регламентов и стандартов.

Стратегическими целями развития национальной системы стандартизации в области мелиорации являются:

- обеспечение технологической, экологической, экономической и научно-технической безопасности развития мелиорации;
- обеспечение рационального использования ресурсов;
- обеспечение единства измерений;
- обеспечение научно-технического прогресса;
- обеспечение технической, информационной совместимости и взаимозаменяемости продукции и услуг;
- совершенствование взаимодействия с международными организациями по стандартизации ИСО и национальными организациями по стандартизации стран СНГ.

В основу стратегии развития национальной системы стандартизации в области мелиорации должны быть положены апробированные отечественной практикой и соответствующие международным нормам принципы стандартизации.

В краткосрочной перспективе, в целях формирования и развития фонда документов национальной системы стандартизации в области мелиорации необходимо:

- провести полный анализ имеющегося фонда документов национальной системы стандартизации на соответствие современному научно-техническому уровню;

- переработать или отменить государственные стандарты, иные нормативно-технические документы в области мелиорации, противоречащие требованиям технических регламентов, профильных федеральных законов и не отвечающие современным задачам развития мелиоративного комплекса страны;

- обеспечить актуализацию национальных стандартов и внесение изменений в действующие стандарты с целью гармонизации с международными стандартами и повышения конкурентоспособности российской продукции, работ и услуг.

В целях повышения квалификации кадров по стандартизации необходимо сформировать систему подготовки и аттестации специалистов (экспертов) по национальной стандартизации в области мелиорации с разработкой новых образовательных стандартов.

Национальный орган по стандартизации (Росстандарт), как правило, обеспечивает координацию деятельности разработчиков документов по стандартизации в Российской Федерации. Формирование общей стратегии и задач нормотворчества в области мелиорации должно обеспечиваться федеральными органами исполнительной власти, регулирующими правоотношения в АПК России.

Современный отечественный опыт нормотворчества в области мелиорации выявил ряд трудноразрешимых проблем. Основные из них:

- существующая правовая основа в виде федерального закона «О мелиорации земель» не позволяет в полной мере гармонизировать существующую нормативную базу мелиорации с Директивами ЕС и международными стандартами ИСО;

- разработка профильного технического регламента в области мелиорации земель по ряду причин не получила развития. Причем основная причина – различное толкование понятия «мелиорация земель» в мелиоративном сообществе;

- в мелиоративном комплексе АПК России отсутствует специализированный центр (центры) по стандартизации в мелиорации, включая ее нормативно-правовое обеспечение. Ситуация осложняется практической утратой высококвалифицированных специалистов в области нормотворчества и отсутствием подготовленных молодых специалистов для работы в мелиоративном комплексе;

- серьезной проблемой является разделение ранее единого мелиоративного комплекса на составные части, самыми крупными из которых являются проектно-изыскательская и строительная деятельность. Их деятельность регламентируется ведомственными нормативами саморегулируемых организаций (СРО). Прочие вопросы нормативно-методического обеспечения мелиорации также в той или иной степени разнесены по другим сферам стандартизации: земледелие и лесоводство; растениеводство; удобрения; пестициды и другие агрохимикаты; сельскохозяйственные машины, инвентарь и оборудование и др.

Таким образом, очевидна необходимость выработки новой идеологии национальной системы стандартизации в области мелиорации. Последняя версия идеологии совершенствования нормативно-технического обеспечения мелиорации в России, предложенная ФГБНУ «РосНИИПМ», представлена в виде обновленной структуры НТД. В чем отличие новой структуры от прежних наработок:

1 Правовые основы НТД также включают два основных федеральных закона: «О мелиорации земель» и «Технический регламент по обеспечению безопасности зданий и сооружений». При этом основной сферой применения Технического регламента принята – гидромелиорация.

2 Теперь предлагается пять блоков нормативных документов, сгруппированных по видам деятельности. При этом введен новый блок «Контроль качества процессов мелиорации земель».

3 Внесены коррективы в состав и структуру каждого блока НТД. Основная цель – снижение числа видов нормативных документов

с учетом их гармонизации со стандартами ИСО и стран-членов Таможенного союза.

4 Основным видом документа по стандартизации в мелиорации принят – Свод правил.

5 Стандарты организаций (СТО), как специальный вид документов по стандартизации предусмотрен лишь в блоке «Проектирование мелиоративных объектов».

В чем суть предлагаемых новаций. В правовых основах фактически предлагается изменить только сферу применения федеральных закона «О мелиорации земель» [3]. В частности отнесение гидромелиорации в сферу действия Технического регламента, вероятно, не у кого не вызовет возражений. Все остальные виды мелиораций предполагается оставить под юрисдикцией упомянутого профильного закона.

В этой связи следует отметить, что сейчас продолжается интенсивное обсуждение проблемы дальнейшего существования закона «О мелиорации земель». Всем очевидно его несоответствие требованиям новой отечественной законодательной базы, директив ЕС, стандартов ИСО. Попытка существенного пересмотра закона в 2010 году пока не увенчалась успехом. Пока с тем же успехом продолжают и попытки разработки Технического регламента по мелиорации земель (условное название). Кстати говоря, и Технический регламент по обеспечению безопасности зданий и сооружений также пересматривается с учетом новых требований со стороны стран-членов Таможенного союза [4]. Поэтому действующая сейчас правовая база мелиорации не является окончательным вариантом.

Далее, предлагается структурировать пять блоков нормативных документов, сгруппировав их по видам деятельности. При этом предлагается ввести новый блок под условным наименованием «Контроль качества процессов мелиорации земель». В состав комплекса нормативных документов входящих в указанный блок отнесены все нормативы, независимо от статуса, призванные регламентировать деятельность государственных контролирующих органов в сфере мелиорации земель.

Весьма существенные коррективы предлагается внести в состав и структуру каждого блока НТД. Необходимость изменений диктуется принципиальным различием подходов к построению нормативных

документов в системе международной стандартизации ИСО и требований Директив ЕС, а также стран-членов Таможенного союза. Кроме того, идеология стандартизации, внесенная федеральным законом «О техническом регулировании» фактически сводит к минимуму регламентацию продукции и услуг на федеральном уровне, отнеся все подобные задачи производителю.

В мелиоративной сфере предлагается ограничиться основным видом документа по стандартизации, именуя его Сводом правил. Стандарты организаций (СТО), как специальный вид документов по стандартизации вероятнее всего станут ведомственными документами саморегулируемых организаций (СРО) по проектированию и строительству объектов мелиоративного назначения.

Реализация концепции развития правовой и нормативно-технической базы мелиорации должна обеспечиваться федеральными органами исполнительной власти в рамках федеральных или ведомственных целевых программ. Решение отдельных задач концепции может обеспечиваться негосударственными организациями различного профиля деятельности, которые могут выступать заказчиками или разработчиками нормативных документов.

При формировании национальной системы стандартизации могут использоваться ежегодно уточняемые программы разработки национальных стандартов, сводов правил, других документов в области стандартизации, а также планы организационно-технических мероприятий по адаптации документов по стандартизации к условиям добровольного применения стандартов, участия в межгосударственной и международной стандартизации.

Национальный орган по стандартизации, как правило, обеспечивает координацию деятельности разработчиков документов по стандартизации в Российской Федерации. Формирование общей стратегии и задач нормотворчества в области мелиорации обеспечивается федеральными органами исполнительной власти, региональными органами исполнительной власти и другими уполномоченными органами государственного управления, регулирующими правоотношения в АПК России.

Финансирование разработки национальных стандартов в области мелиорации, используемых в целях исполнения государственных функций и оказания государственных услуг, и предусмотренных фе-

деральной программой разработки национальных стандартов обеспечивается национальным органом по стандартизации. Разработка национальных стандартов иного назначения, ведомственных нормативных документов всех уровней может финансироваться из бюджета федерального органа исполнительной власти, выступающего заказчиком продукта, или иных внебюджетных средств.

В перспективе до 2020 года основой национальной системы стандартизации должны быть две группы национальных стандартов, ранжированных по объектам технического регулирования:

- первая группа – проектирование, строительство, эксплуатация мелиоративных систем и объектов;
- вторая группа – прочие виды деятельности в области мелиорации.

Первая группа национальных стандартов ориентирована на реализацию требований «Технического регламента о безопасности зданий и сооружений», федеральных законов «О техническом регулировании» и «Об обеспечении единства измерений».

Вторая группа национальных стандартов ориентирована на реализацию требований федеральных законов «О развитии сельского хозяйства», «О мелиорации земель» «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения», если не будет разработан и принят специализированный технический регламент в области мелиорации.

Список использованных источников

1 О техническом регулировании: Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ: по состоянию на 23 июля 2008 г. // Гарант Эксперт 2010 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2010.

2 Концепция развития национальной системы стандартизации: одобрена Распоряжением Правительства РФ от 28 февраля 2006 г. № 266-р // Гарант Эксперт 2010 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2010.

3 О мелиорации земель: Федеральный закон от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ (с изменениями от 10 января 2003 г., 22 августа, 29 декабря 2004 г., 18 декабря 2006 г., 26 июня 2007 г.) // Гарант Эксперт 2010 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2010.

4 Программа разработки технических регламентов: утв. Распоряжением Правительства РФ от 9 марта 2010 г. № 300-р // Гарант Эксперт 2010 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2010.

УДК 631.6.006

О. В. Воеводин, А. Л. Кожанов (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ДОКУМЕНТАЦИИ В ОБЛАСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ МЕЛИОРАТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В статье представлено положение дел в разработке комплекса отраслевых нормативных документов и инструкций в период развития и становления мелиоративной отрасли. Рассматривались причины изменений состава и структуры отраслевого комплекса нормативных документов в 90-х годах прошлого века. Приводятся изменения принципов стандартизации с ведением в 2002 году ФЗ «О техническом регулировании». Представлен состав документации в области стандартизации, для реализации мелиоративной деятельности, к которому отнесены: национальные стандарты (ГОСТ, ГОСТ Р); своды правил (СП); стандарты организаций (СТО). Представлены основные принципы формирования системы документации. Приведена структурная схема системы документации в области стандартизации мелиоративной деятельности.

Мелиорация как отдельно выделенный комплекс берет свое начало с середины прошлого века. С этого времени была проведена огромная работа по формированию системы подготовки кадров, разветвленной сети научно-исследовательских институтов, специализированных строительных, проектных и эксплуатационных организаций, производственных мощностей. Началась разработка комплекса отраслевых нормативных документов и инструкций, которая получила свое развитие и насчитывала:

- 3 единицы СНиПов (строительные нормы и правила) с несколькими десятками пособий;
- 7 единиц ГОСТов (государственные стандарты);
- 11 единиц ОСТов (отраслевых стандартов);
- 36 единиц ВСН (ведомственные строительные нормы);
- 300 единиц ТУ (технические условия);
- велась обширная разработка и внедрение СП (стандартов предприятий) силами организаций;
- внедрялись инструкции по различным видам мелиоративной деятельности.

В 90-е годы прошлого века прошла первая волна изменений состава и структуры отраслевого комплекса нормативных документов вследствие ряда причин:

- упразднение министерства и, как следствие, децентрализация ведения и координации комплекса отраслевой нормативной документации;

- отмена отраслевых стандартов;

- истечение срока действия технических условий и полное отсутствие информации о вновь разрабатываемых технических условиях, утверждаемых организациями-разработчиками;

- отсутствие централизованного финансирования на разработку и ведение баз отраслевых нормативных документов.

С тотальным сокращением мелиоративного строительства, произошёл практически полный развал мелиоративной отрасли и, как следствие, потеря большого количества нормативных документов.

С введением в 2002 году ФЗ «О техническом регулировании» изменились принципы стандартизации, которые отразились не только на юридическом статусе нормативной документации, но и на документальной базе стандартизации. Введен новый принцип добровольного применения стандартов, дающего возможность выбора документа в области стандартизации для реализации своей деятельности. На сегодняшний день в состав документации по стандартизации, для реализации мелиоративной деятельности, входят:

- Национальные стандарты (ГОСТ, ГОСТ Р);

- Своды правил (СП);

- Стандарты организаций (СТО).

По своей сути вышеназванные документы в области стандартизации имеют одинаковый юридический статус и отличаются только принципами утверждения.

На сегодняшний день требуется соблюсти преемственность с ранее разработанной нормативной документацией, через перевод ее в документацию, установленную законодательством Российской Федерации. В связи с чем возникают вопросы с формированием системы документации в области стандартизации мелиоративной деятельности.

При формировании системы документации необходимо учитывать следующие принципы:

- охват всей мелиоративной деятельности;

- принадлежность объектов стандартизации к техническим или природным объектам;
- состав элементов жизненного цикла мелиоративной деятельности;
- наличие методов контроля и испытаний;
- разграничение требований к продукции, услугам и сырью.

В результате проведенных исследований, нами предлагается на обсуждение часть системы документации, по ветке «Технические объекты – Здания и сооружения», представленная на рисунке 1. В рамках предоставленной схемы система документации подразделяется на направления, комплексы и классификационные группы.

Направление системы подразумевает расчленение мелиоративной деятельности по воздействию на природные объекты, по использованию на технические объекты и применению на сырье и строительные материалы. В свою очередь технические объекты подразделяются на здания и сооружения, а также оборудование необходимые для осуществления мелиоративной деятельности.

Комплексы документации подразделяются на стадии жизненного цикла и для каждого из направлений, будет нести свой специфический состав. Так, для зданий и сооружений стадии жизненного цикла представлены: изысканиями и проектированием; строительством; эксплуатацией.

Комплексы документов включают в себя классификационные группы, которые определяют основные направления стандартизации и нормирования.

В результате вышесказанного необходимо сделать следующие обобщающие выводы:

1 За годы своего развития мелиоративный комплекс произвел разработку нескольких сотен нормативных документов, которые необходимо использовать как основу при формировании новых баз документации в области стандартизации.

2 С изменением законодательства и введением новых принципов технического регулирования, произошли изменения в стандартизации, в результате чего необходимо производить разработку системы документации в области стандартизации мелиоративной деятельности.

3 Система документации в области стандартизации мелиоративной деятельности является сложной и распространяется как на природные так и на технические объекты, что требует разработки новых подходов для ее описания.



Рисунок 1 – Система документации в области стандартизации мелиоративной деятельности

4 Разработка системы документации в области стандартизации позволит полно охватить все ее составные части, что позволит направить и осуществлять мелиоративную деятельность в законодательных рамках.

УДК 631.6:626/627:627.8.006

С. Л. Жук, В. В. Слабунов (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ НТД В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ МЕЛИОРАТИВНОГО КОМПЛЕКСА

В статье представлены обзор и анализ нормативно-методической базы мелиоративного комплекса; рассмотрено современное состояние и структура НТД по проектированию и строительству в сфере мелиорации; обоснована необходимость переработки НТД в соответствии с действующим законодательством РФ; предложены новые подходы к формированию нормативно-методической базы мелиоративного комплекса.

При проектировании и строительстве мелиоративных систем в настоящее время необходимо соблюдение требований Федерального закона № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» принятого 30 декабря 2009 г. Объектами технического регулирования данного закона являются здания и сооружения любого назначения, а также связанные со зданиями и с сооружениями процессы проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации (сноса).

В соответствии с распоряжением Правительства РФ от 21 июня 2010 г. № 1047-р, а также в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 июня 2010 года № 2079, были сформированы перечни национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на обязательной и добровольной основе обеспечивается соблюдение требований № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

В 2010 году в РосНИИПМ был проведен анализ Перечня нормативно-методических документов на предмет наличия НТД по строительству и проектированию мелиоративных объектов (по состоянию на 01.08.2010 г.).

Общее количество НТД составило 193 шт., из которых к национальным стандартам можно отнести: ГОСТ – 26 ед. (из них 2 ед. для

применения на обязательной основе, согласно распоряжению Правительства РФ от 21 июня 2010 г. № 1047-р, и 13 ед. для применения на добровольной основе, согласно приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 июня 2010 года № 2079).

Документы общетехнической нормативной базы составили 111 шт. (рисунок 1).

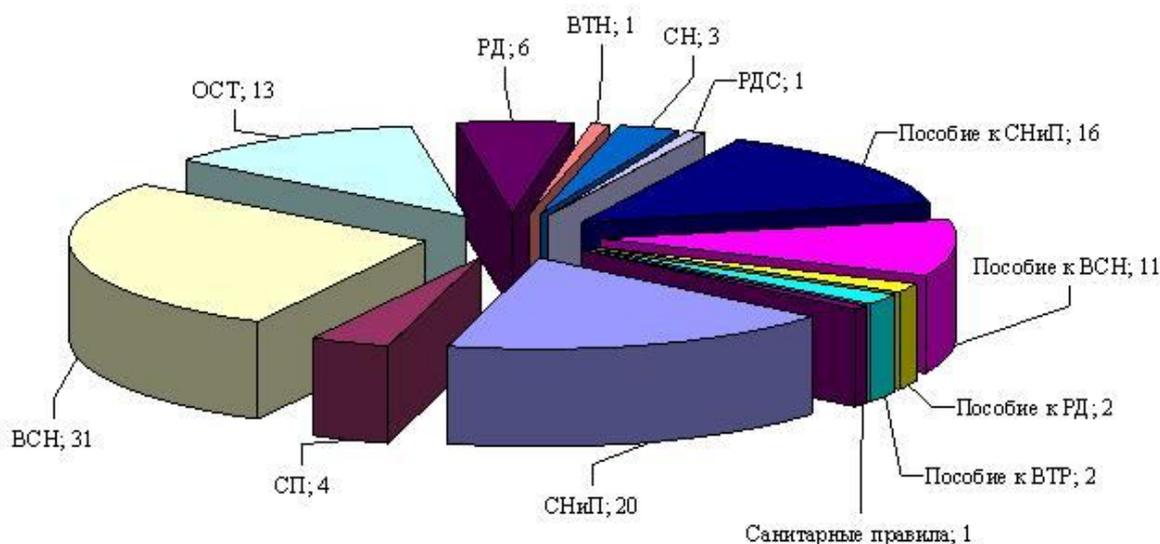


Рисунок 1 – Система общетехнической нормативной базы

Из 20 шт. СНиП – 13 шт. для применения на обязательной основе, согласно распоряжению Правительства РФ от 21 июня 2010 г. № 1047-р.

Организационно-методические нормативные документы составили 56 шт. (рисунок 2).

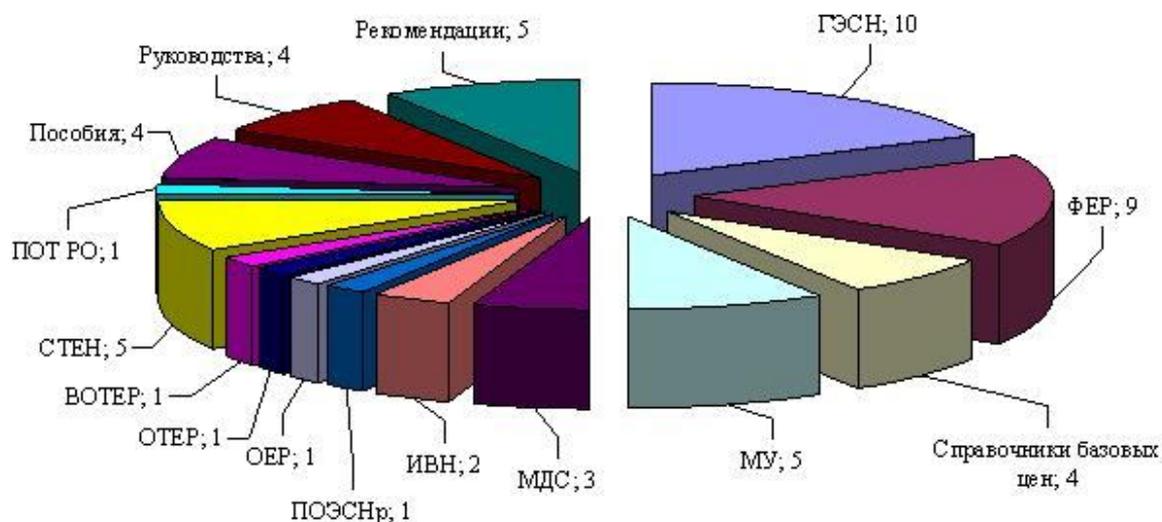


Рисунок 2 – Система организационно-методической нормативной базы

В результате проведенной работы были сделаны следующие выводы:

- в настоящие перечни не вошел ни один из специализированных нормативно-методических документов в области проектирования и строительства мелиоративных систем и сооружений, то есть СНиП 3.07.03-85 и СНиП 2.06.03-85 «Мелиоративные системы и сооружения».

Документы, которые не вошли ни в один из указанных перечней (СНиП, СНы, ВСНы, ОСТы и др.), можно применять в добровольном порядке. При этом ряд документов (ОСТы, СНы, ВСНы и др.) не соответствуют закрепленному в Федеральном законе от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» определению «документов в области стандартизации» и, соответственно, не могут входить в перечни документов, применяемых для соблюдения требований технического регламента;

- отсутствие единой системы при разработке и формировании нормативных документов системы общетехнической нормативной базы, таких как ВСНы, СНы, ОСТы, НТП и т.д., часть из которых реально объединить, частично отменить и перевести в другую категорию, в частности, в своды правил или национальные стандарты (согласно составу документации № 184-ФЗ), а также в связи необходимостью их приведения в соответствие с законодательством РФ. Так, к примеру, неоправданно много пособий (26 единиц) к СНиП 2.06.03-85; завышены категории ряда ВСН, потеряли смысл различные временные нормы продолжительности работ, укрупненные нормативы удельных капитальных вложений, правила составления сводной документации, заложенные в ВСН;

- организационно-методические документы, включающие в себя ФЕРы, МУ, МДС, ИВНы, ГЭСНы, справочники базовых цен, рекомендации, руководства и др. аналогичные нормативные документы имеют в своем большинстве силу рекомендательного характера, которые соответственно должны быть переработаны с современными требованиями, чтобы соответствовать целям безопасности № 184-ФЗ.

Разработка современной нормативно-методической базы проектирования и строительства в сфере мелиорации необходима и должна осуществляться в соответствии с основополагающими документами в области стандартизации и требованиями утвержденных технических

регламентов. В основополагающих документах должны содержаться базовая терминология, общие технические требования и другие положения, закладывающие основы построения и развития создаваемого комплекса нормативно-методической документации в области мелиорации.

В связи с предполагаемым вступлением России во Всемирную Торговую Организацию (ВТО) по поручению первого вице-преьера Игоря Шувалова главе Минрегиона Виктору Басаргину дано задание рассмотреть возможность применения европейских норм (еврокодов) в области строительства в качестве альтернативы Перечню национальных стандартов и сводов правил, в результате которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Комплект еврокодов состоит из десяти европейских стандартов EN для проектирования конструкций и охватывает все основные стройматериалы и области проектирования конструкций. Каждый раздел EN состоит из 58 частей, которые затрагивают конкретные технические аспекты строительства: пожарную безопасность, основы проектирования конструкций, нагрузки, геотехническое проектирование, сейсмоустойчивость и т.д.

На сегодняшний день действуют 10 еврокодов:

- еврокод 0. Основные положения по проектированию строительных конструкций;
- еврокод 1. Воздействия на строительные конструкции;
- еврокод 2. Проектирование бетонных и железобетонных конструкций;
- еврокод 3. Проектирование стальных конструкций;
- еврокод 4. Проектирование сталебетонных конструкций;
- еврокод 5. Проектирование деревянных конструкций;
- еврокод 6. Проектирование конструкций из каменной кладки;
- еврокод 7. Геотехническое проектирование;
- еврокод 8. Проектирование с учетом сейсмических воздействий;
- еврокод 9. Проектирование конструкций из алюминия.

Таким образом, система еврокодов охватывает вопросы проектирования прочности (в том числе огнестойкости) и устойчивости зданий и сооружений.

Но в настоящее время не существует в завершенном виде готовой к применению системы еврокодов. Поэтому страны, решившие использовать европейские стандарты, предусматривают определенный срок (до 5 лет), в течение которого они действуют наряду с национальными стандартами (или нормами). В этот период проектировщикам дано право пользоваться либо национальным, либо европейским стандартом (нормами). Одновременно должны быть установлены необходимые ограничения и дополнения, учитывающие особенности законодательства и природных условий страны. Такие особенности образуют дополнение к тексту еврокода или отдельный выпуск, публикуемый в качестве национального стандарта, который помещается в приложение к еврокоду. Отсюда такое большое количество дополнений. Каждый из еврокодов включает десятки – сотни отдельных выпусков и приложений.

Система европейских стандартов EN не заменит недостающие СП, так как принципиально отличается от российской – во многом это обусловлено природно-климатическими, геофизическими различиями территорий наших стран.

По нашему мнению, в случае принятия европейских строительных норм, потребуется пересмотр Российского законодательства в области технического регулирования, переработка и переиздание большого количества взаимосвязанных строительных норм и правил с использованием принятой в еврокодах терминологии, разработка процедур введения в действие еврокодов в качестве национальных стандартов (сводов правил) Российской Федерации; переподготовка специалистов по строительному проектированию, соответствующая переработка и переиздание всей учебной, методической, технической литературы в строительстве, так как система профессионального образования в значительной степени построена на основе СНиПов и ГОСТов, а также программного обеспечения строительного проектирования для высших и средних учебных заведений. На наш взгляд, проблема гармонизации российской системы строительных норм и правил с еврокодами, если исходить из целесообразности осуществления такой работы, не может быть решена единовременно. Требуется длительный период для перевода, научного редактирования и опубликования этих документов и последующего анализа возможности и целесообразности их использования в Российской Федерации в качестве национальных нормативных документов.

Таким образом, вместо альтернативного применения систем EN и СНИП, еврокоды возможно принять в качестве национальных стандартов, но с учетом национальных интересов, а также территориальной специфики применения технических норм.

УДК 631.6.001.83

В. В. Слабунов, Г. А. Сенчуков (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

ТЕНДЕНЦИИ МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ОБЛАСТИ МЕЛИОРАЦИИ

В статье приводится современное состояние в области науки и технологий мелиоративного комплекса. Обозначена цель сотрудничества между Россией и Евросоюзом (ЕС). Приводятся цель, структура, направления деятельности членов научно-образовательного, информационного и инновационного центра на базе ФГБНУ «РосНИИПМ».

Современный этап развития мирового сообщества характеризуется возрастающей ролью образования, которое активно влияет на его состояние и определяет основы экономического и социального прогресса как всей человеческой цивилизации, так и отдельных государств и народов. Так, на саммите в 2003 году в Санкт-Петербурге была достигнута договоренность между Россией и Евросоюзом, что нашло отражение в подписании «Соглашения о сотрудничестве в области науки и технологий». Основная цель данного соглашения – использовать богатое интеллектуальное наследство и накопленные знания России и ЕС в целях содействия экономическому росту с участием гражданского общества в России и ЕС и повышению уровня конкурентоспособности экономик России и Евросоюза. Данные положения также были отмечены президентом России Дмитрием Медведевым на саммите Россия-ЕС, проведенном в Ростове-на-Дону в 2010 году, о необходимости объединения усилий в проведении новейших исследований, в организации совместных высокотехнологичных производств, по вопросам энергоэффективности, зеленого роста, по вопросам, связанным с техническим регулированием.

Необходимо отметить, что в настоящее время образовался разрыв между высоким уровнем выполняемых исследований, разработок и созданных научно-технических заделов в области мелиорации, с одной стороны, и критически низким уровнем инфраструктуры ме-

лиоративного комплекса – с другой. Устаревшая инфраструктура приводит к падению эффективности использования средств, направляемых на НИОКР, и, как следствие, к снижению и без того невысоких темпов преобразования результатов разработок в продукцию для обеспечения роста конкурентоспособности экономики страны. Отсутствие научной инфраструктуры неизбежно приведет к обострению проблемы оттока молодых ученых для работы вне научной сферы.

В соответствии с межотраслевым характером мелиорации, формирование современной инфраструктуры должно осуществляться таким образом, чтобы в результате была обеспечена координация научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, исключено неоправданное дублирование НИОКР. Отсюда следует, что инфраструктура мелиоративного комплекса должна создаваться в системном формате, то есть не для отдельных предприятий и организаций, а в виде совокупности организаций различных организационно-правовых форм, выполняющих фундаментальные и прикладные исследования, осуществляющих разработки и коммерциализацию технологий и ведущих подготовку кадров в области мелиорации.

Так, Южный федеральный округ традиционно имеет агропромышленную специализацию. АПК ЮФО является одной из главных житниц России и хорошо известен и на международной экономической арене. Основным способом развития современного земледелия является применение за основу инновационных технологий. Вместе с тем, в ЮФО сосредоточены крупные аграрные научно-образовательные и научно-исследовательские институты по всем направлениям деятельности АПК. В связи с этим является возможным создание научно-образовательного, информационного и инновационного международного центра на базе ФГБНУ «РосНИИПМ» с привлечением других научных и образовательных организаций России и стран Евросоюза.

Целью реализации данного плана является формирование международной системы научно-технического и технологического пространства в области мелиорации, обеспечивающей достижение и поддержание паритета с передовыми странами мира за счет координации в национальном масштабе, концентрации ресурсов на приоритетных направлениях исследований и разработок, повышения эффективности работ в указанной области и создания благоприятных условий для ус-

коренного введения в хозяйственный оборот новой конкурентоспособной продукции.

В состав данной системы должны входить:

- головная научная организация (координирующий орган);
- профильный технический комитет;
- национальные головные научные организации;
- научно-образовательные центры, созданные на базе ведущих вузов стран России и ЕС в области мелиорации, технического регулирования и стандартизации;
- информационные центры.

Необходимо определить основные направления деятельности членов данной системы.

Головная научная организация:

- осуществление научного и методического обеспечения координации исследований и разработок для формирования технической и технологической базы;
- осуществление комплексной научной экспертизы исследований и разработок, включая экспертизу достигнутых результатов;
- осуществление научного и методического обеспечения координации проектов международного научно-технического сотрудничества;
- обеспечение взаимодействия с национальными головными научными организациями системы по вопросам научных исследований;
- осуществление научного и методического обеспечения подготовки специалистов;
- подготовка и повышение квалификации специалистов в области мелиорации.

Профильный технический комитет (ТК 028 «Оросительное и дренажное оборудование и системы»):

- организация разработки и экспертизы проектов национальных, межгосударственных и международных стандартов;
- участие в формировании программ разработки национальных стандартов;
- анализ отраслевых стандартов в составе фонда документов национальной системы стандартизации на предмет их обновления и дальнейшего использования;

- участие в работе ТК профильных, международных организаций по стандартизации, в том числе в целях принятия национальных стандартов Российской Федерации в качестве международных, а также в ведении их секретариатов в соответствии с соглашениями между национальным органом по стандартизации Российской Федерации и международными организациями по стандартизации;

- подготовка предложений по разработке международных и межгосударственных стандартов и голосование по проектам предложений иных международных и региональных организаций по стандартизации в соответствии с позицией Российской Федерации;

- подготовка официальных переводов международных стандартов для передачи их в Федеральный информационный фонд технических регламентов и стандартов.

Необходимо отметить, что выполнение представленных выше видов деятельности возможно только при переходе в активный статус технического комитета ТК 028 и регистрации членов рабочих групп в подкомитеты ИСО «Ирригационное и дренажное оборудование и системы» для лоббирования национальных интересов при разработке нормативных документов в области мелиорации.

Национальная головная научная организация, созданная на базе ФГБНУ «РосНИИПМ»:

- осуществление научного и методического обеспечения, координации исследований и разработок на национальном уровне;

- осуществление комплексной научной экспертизы исследований и разработок, включая экспертизу достигнутых результатов;

- осуществление научного и методического обеспечения координации проектов по сотрудничеству национальных институтов со странами ЕС;

- осуществление научного и методического обеспечения подготовки специалистов на национальном уровне.

Научно-образовательные центры:

- формирование в тесной координации с Головной научной организацией и национальной головной организацией учебно-исследовательской и опытно-технологической базы, обеспечивающей подготовку и повышение квалификации специалистов в области мелиорации;

- создание научно-методического и организационно-методического обеспечения (государственные образовательные стандарты, программы подготовки, учебные планы, учебная и учебно-методическая литература и т.д.) непрерывного образовательного цикла в области мелиорации;

- разработка в тесном взаимодействии с Головной научной организацией, национальной головной научной организацией новых образовательных технологий и инструментальных средств (информационные образовательные технологии, электронные учебники, системы удаленного доступа для дистанционного образования, специализированное учебное оборудование и т.д.);

- осуществление совместно с Головной научной организацией национальной головной научной организацией фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области мелиорации с широким привлечением студентов и аспирантов.

Информационные центры:

- создание межнациональной информационно-аналитической системы;

- определение и согласование приоритетов и областей ответственности стран и национальных ведомств;

- согласование направлений международного научно-технического сотрудничества;

- формирование единого перечня квалифицированных исполнителей и областей их компетенции;

- обмена достигнутыми результатами;

- создание базы данных о возможных потребителях результатов НИОКР в области мелиорации;

- организация обмена результатами между программами различных уровней и различной ведомственной принадлежности и т.д.;

- создание системы баз данных в области мелиорации (нормативной документации);

- создание системы оперативного мониторинга научно-технического, производственного и рыночного потенциала России стран ЕС в сфере мелиорации;

- организация редакционно-издательских национальных комплексов;

- создание комплекса выставочной и конгрессной деятельности (организация совместных выставок, конференций и семинаров национального и международного уровня);

- создание специализированной системы удаленного доступа для телеконференций, обучения и т.д.

Информационные центры должны формироваться на базе Главной научной организации, головных национальных научных организаций, научно-образовательных центров.

Для достижения данной цели, то есть создания международной системы научно-технического и технологического пространства в области мелиорации, необходимо выполнение следующих мероприятий:

- формирование состава, органов управления и плана деятельности национальной системы в области мелиорации;

- создание учебно-исследовательской, научно-методической, организационно-методической и инструментально-технологической базы подготовки кадров в области технического регулирования и стандартизации для мелиоративного комплекса;

- создание технической и программно-алгоритмической базы для информационных национальных центров;

- формирование методической и организационно-управленческой базы международного сотрудничества в области мелиорации;

- исследования и разработки по приоритетным направлениям в области мелиорации.

Согласно вышесказанному, создание данной системы взаимодействия России и ЕС будет сформирована принципиально новая научно-исследовательская, опытно-технологическая, научно-образовательная и инновационная база, которая позволит создать конкурентные экономические преимущества, гармонизирует существующее законодательство с международной практикой, создаст дополнительные предпосылки для дальнейшего развития наметившейся политической и экономической интеграции России в ВТО. Кроме того, сотрудничество создаст условия для более эффективного использования сохранившейся научно-исследовательской и технической базы, создаст рабочие места для высококвалифицированных кадров, подготовленных в рамках единой системы образования.

А. Е. Шепелев (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

ВОПРОС СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Рассмотрена проблема, связанная с реформированием существующей системы технического регулирования в области стандартизации РФ. Представлены и проанализированы отношения и принципы, установлены объекты технического регулирования. Дан анализ обеспечения документацией в области стандартизации организаций мелиоративного комплекса в сфере эксплуатации гидротехнических сооружений. Выявлена необходимость разработки Правил эксплуатации мелиоративной насосной станции.

В связи с реформированием существующей системы технического регулирования в области стандартизации Российской Федерации возникла необходимость в организации новых подходов к разработке и использованию нормативно-методической документации мелиоративного комплекса.

На сегодняшний день государственная политика технического регулирования выражается через необходимость приведения нормативных актов в соответствие с современным законодательством.

Проведенные ФГБНУ «РосНИИПМ» исследования на предмет обеспечения документацией в области стандартизации организаций мелиоративного комплекса показали, что нормативная документация в сфере эксплуатации гидротехнических сооружений потеряла свою актуальность и требует переработки в части ее согласования с федеральными законами № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [1, 2].

Принципы технического регулирования в Российской Федерации установлены федеральным законом № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

Настоящий федеральный закон регулирует отношения, возникающие при [1]:

- разработке, принятии, применении и исполнении обязательных требований к продукции или к связанным с ними процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации;

- разработке, принятии, применении и исполнении на добровольной основе требований к продукции, процессам проектирования

(включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг;

- оценке соответствия.

Техническое регулирование в России осуществляется в соответствии с принципами [1]:

- применения единых правил установления требований к продукции или к связанным с ними процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг;

- соответствия технического регулирования уровню развития национальной экономики, развития материально-технической базы, а также уровню научно-технического развития;

- независимости органов по аккредитации, органов по сертификации от изготовителей, продавцов, исполнителей и приобретателей;

- единой системы и правил аккредитации;

- единства правил и методов исследований (испытаний) и измерений при проведении процедур обязательной оценки соответствия;

- единства применения требований технических регламентов независимо от видов или особенностей сделок.

Объектом технического регулирования в настоящем федеральном законе (№ 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений») являются здания и сооружения любого назначения (в том числе входящие в их состав сети инженерно-технического обеспечения и системы инженерно-технического обеспечения), а также связанные со зданиями и с сооружениями процессы проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации (сноса) [2].

Безопасность зданий и сооружений, а также связанных со зданиями и сооружениями процессов проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации (сноса) обеспечивается посредством установления соответствующих требований безопасности проектных значений параметров зданий и сооружений и качественных характеристик в течение всего жизненного цикла здания или сооружения, реализации указанных значений и характеристик в процессе строительства, реконструкции, капитального

ремонта и поддержания состояния таких параметров и характеристик на требуемом уровне в процессе эксплуатации, консервации и сноса.

Настоящий федеральный закон устанавливает минимально необходимые требования к зданиям и сооружениям (в том числе к входящим в их состав сетям инженерно-технического обеспечения и системам инженерно-технического обеспечения), а также к связанным со зданиями и с сооружениями процессам проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации (сноса), в том числе требования [2]:

- механической безопасности;
- пожарной безопасности;
- безопасности при опасных природных процессах и явлениях и (или) техногенных воздействиях;
- безопасных для здоровья человека условий проживания и пребывания в зданиях и сооружениях;
- безопасности для пользователей зданиями и сооружениями;
- безопасного уровня воздействия зданий и сооружений на окружающую среду.

Требования механической безопасности.

Строительные конструкции и основание здания или сооружения должны обладать такой прочностью и устойчивостью, чтобы в процессе строительства и эксплуатации не возникало угрозы причинения вреда жизни или здоровью людей, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни и здоровью животных и растений в результате:

- 1) разрушения отдельных несущих строительных конструкций или их частей;
- 2) разрушения всего здания, сооружения или их части;
- 3) деформации недопустимой величины строительных конструкций, основания здания или сооружения и геологических массивов прилегающей территории;
- 4) повреждения части здания или сооружения, сетей инженерно-технического обеспечения или систем инженерно-технического обеспечения в результате деформации, перемещений либо потери устойчивости несущих строительных конструкций, в том числе отклонений от вертикальности.

Требования пожарной безопасности.

Здание или сооружение должно быть спроектировано и построено таким образом, чтобы в процессе эксплуатации здания или сооружения исключалась возможность возникновения пожара, обеспечивалось предотвращение или ограничение опасности задымления здания или сооружения при пожаре и воздействия опасных факторов пожара на людей и имущество, обеспечивались защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий воздействия опасных факторов пожара на здание или сооружение, а также чтобы в случае возникновения пожара соблюдались следующие требования:

1) сохранение устойчивости здания или сооружения, а также прочности несущих строительных конструкций в течение времени, необходимого для эвакуации людей и выполнения других действий, направленных на сокращение ущерба от пожара;

2) ограничение образования и распространения опасных факторов пожара в пределах очага пожара;

3) нераспространение пожара на соседние здания и сооружения;

4) эвакуация людей (с учетом особенностей инвалидов и других групп населения с ограниченными возможностями передвижения) в безопасную зону до нанесения вреда их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара;

5) возможность доступа личного состава подразделений пожарной охраны и доставки средств пожаротушения в любое помещение здания или сооружения;

6) возможность подачи огнетушащих веществ в очаг пожара;

7) возможность проведения мероприятий по спасению людей и сокращению наносимого пожаром ущерба имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни и здоровью животных и растений.

Требования безопасности при опасных природных процессах и явлениях и (или) техногенных воздействиях.

Здание или сооружение на территории, на которой возможно проявление опасных природных процессов и явлений и (или) техногенных воздействий, должно быть спроектировано и построено таким образом, чтобы в процессе эксплуатации здания или сооружения опасные природные процессы и явления и (или) техногенные воздействия не вызывали последствий, указанных в статье 7 настоящего Федерального закона, и (или) иных событий, создающих угрозу причи-

нения вреда жизни или здоровью людей, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни и здоровью животных и растений [2].

Требования безопасных для здоровья человека условий проживания и пребывания в зданиях и сооружениях.

1 Здание или сооружение должно быть спроектировано и построено таким образом, чтобы при проживании и пребывании человека в здании или сооружении не возникало вредного воздействия на человека в результате физических, биологических, химических, радиационных и иных воздействий.

2 Здание или сооружение должно быть спроектировано и построено таким образом, чтобы в процессе эксплуатации здания или сооружения обеспечивались безопасные условия для проживания и пребывания человека в зданиях и сооружениях по следующим показателям:

1) качество воздуха в производственных, жилых и иных помещениях зданий и сооружений и в рабочих зонах производственных зданий и сооружений;

2) качество воды, используемой в качестве питьевой и для хозяйственно-бытовых нужд;

3) инсоляция и солнцезащита помещений жилых, общественных и производственных зданий;

4) естественное и искусственное освещение помещений;

5) защита от шума в помещениях жилых и общественных зданий и в рабочих зонах производственных зданий и сооружений;

6) микроклимат помещений;

7) регулирование влажности на поверхности и внутри строительных конструкций;

8) уровень вибрации в помещениях жилых и общественных зданий и уровень технологической вибрации в рабочих зонах производственных зданий и сооружений;

9) уровень напряженности электромагнитного поля в помещениях жилых и общественных зданий и в рабочих зонах производственных зданий и сооружений, а также на прилегающих территориях;

10) уровень ионизирующего излучения в помещениях жилых и общественных зданий и в рабочих зонах производственных зданий и сооружений, а также на прилегающих территориях.

Требования безопасности для пользователей зданиями и сооружениями.

Здание или сооружение должно быть спроектировано и построено, а территория, необходимая для использования здания или сооружения, должна быть благоустроена таким образом, чтобы в процессе эксплуатации здания или сооружения не возникало угрозы наступления несчастных случаев и нанесения травм людям – пользователям зданиями и сооружениями в результате скольжения, падения, столкновения, ожога, поражения электрическим током, а также вследствие взрыва.

Требования безопасного уровня воздействия зданий и сооружений на окружающую среду.

Здания и сооружения должны быть спроектированы таким образом, чтобы в процессе их строительства и эксплуатации не возникало угрозы оказания негативного воздействия на окружающую среду.

Анализ показывает, что к категории нормативной документации в области стандартизации организаций мелиоративного комплекса, требующей переработки и согласования с федеральными законами РФ, относится эксплуатация насосных станций, которая является одним из важнейших направлений деятельности Управлений ФГУ «Мелиоводхоз» Минсельхоза России.

Необходимые требования, предъявляемые в настоящее время, к функциональности мелиоративной насосной станции являются:

1 Обеспечение качества и количества подачи (отвода) воды из источника орошения (осушительного канала) к месту потребления (отвода), которая заключается в безотказной работе насосного оборудования (поддержание технологического оборудования насосных станций в исправном состоянии в течение периода эксплуатации и удовлетворение требований режимов работы насосных станций отвечающих водопотреблению (отводу), которая обусловлена четким соблюдением правил эксплуатации.

2 Соблюдение требований безопасного уровня воздействия зданий и сооружений производственного назначения насосных станций, удовлетворяющих техническому регламенту о безопасности зданий и сооружений.

Ввиду сложившейся ситуации, стоит вопрос о необходимости разработки новой нормативной документации в области стандартиза-

ции, а именно задача разработки Правил эксплуатации, регламентирующих эксплуатацию насосных станций мелиоративного назначения и отвечающих требованиям законодательства Российской Федерации.

Список использованных источников

1 О техническом регулировании: Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ: по состоянию на 28 сентября 2010 г. // Гарант Эксперт 2011 [Электронный ресурс]. – «Гарант-Эксперт», 2011.

2 Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ: по состоянию на 30 декабря 2009 г. // Гарант Эксперт 2011 [Электронный ресурс]. – «Гарант-Эксперт», 2011.

УДК 627.81.004.5:626.8(083.74)

А. С. Штанько (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ И РАБОТЫ СООРУЖЕНИЙ ВОДОХРАНИЛИЩ МЕЛИОРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В статье представлены обоснование необходимости разработки, предварительная структура и основные положения разрабатываемого проекта свода правил «Мелиоративные системы и сооружения. Эксплуатация. Водохранилища. Контроль состояния и работы сооружений».

Водохранилище мелиоративного назначения – это искусственный водоем специального или комплексного назначения, приоритетным направлением использования которого является удовлетворение нужд мелиорации земель. Обзор и анализ водохранилищ мелиоративного назначения, состоящих на балансе Минсельхоза России, показал, что к водохранилищам мелиоративного назначения относятся пруды (до 1 млн м³), малые (1-10 млн м³), небольшие (10-100 млн м³) и средние (100-1000 млн м³) водохранилища 1-го, 2-го, 3-го и 4-го классов ответственности (рисунки 1, 2).

В связи с этим, в случае возникновения аварийной ситуации, данные водохранилища могут представлять угрозу для жизни, здоровья и имущества людей.

Поддержание водохранилища в безопасном и пригодном для использования по назначению состоянию осуществляется путем проведения эксплуатационного контроля состояния и работы сооружений водохранилищ, который заключается в проведении контроль-

ных наблюдений показателей фактического состояния сооружений водохранилищ и сопоставлении их с установленными проектной документацией и декларацией безопасности показателями для обнаружения соответствия или несоответствия фактических данных требуемым.

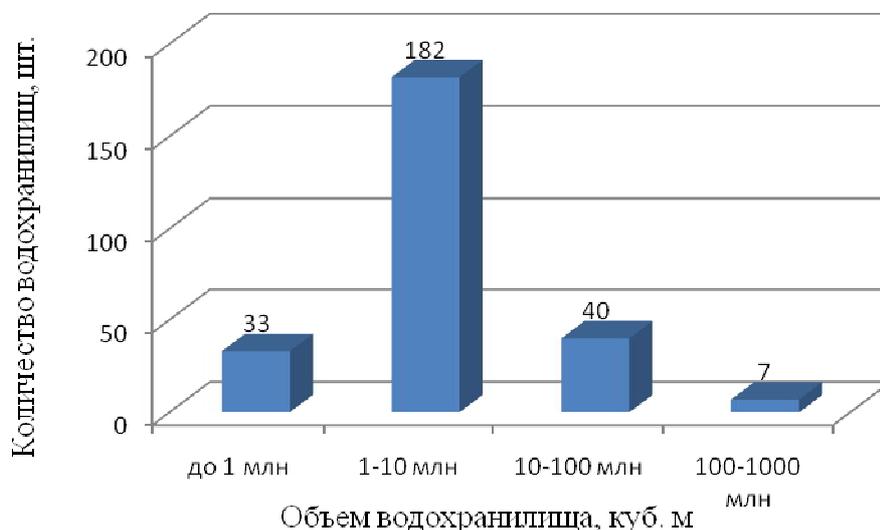


Рисунок 1 – Распределение водохранилищ мелиоративного назначения, состоящих на балансе Минсельхоза России, по объемам аккумулируемой воды

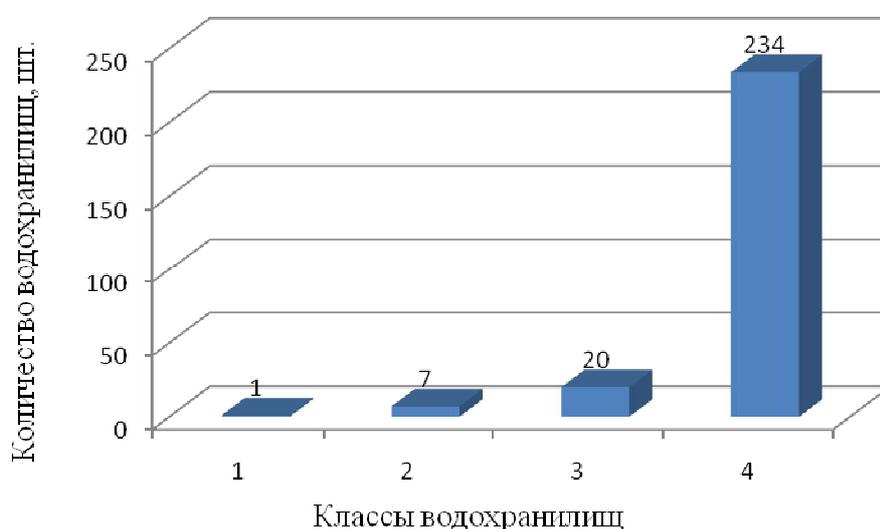


Рисунок 2 – Распределение водохранилищ мелиоративного назначения, состоящих на балансе Минсельхоза России, по классам ответственности

Результатом постоянно выполняемого эксплуатационного контроля за всеми элементами водохранилища является принятие реше-

ния о необходимости проведения работ по уходу, текущему и капитальному ремонтам. Поэтому эксплуатационный контроль состояния и работы сооружений водохранилищ является важнейшим звеном в цепи эксплуатационных мероприятий, направленных на поддержание безопасных для сооружений водохранилища режимов работы и поддержание элементов водохранилища в безопасном и исправном состоянии в условиях естественного износа.

В связи с этим состав контрольных наблюдений за состоянием и работой сооружений водохранилищ мелиоративного назначения и методы их проведения должны быть регламентированы документом в области стандартизации в соответствии федеральными законами № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

В рамках выполнения темплана ФГБНУ «РосНИИПМ» был произведен обзор документов в области стандартизации, целью которого являлся поиск стандартов и документов в области стандартизации, регламентирующих состав контрольных наблюдений за состоянием и работой сооружений водохранилищ мелиоративного назначения и методы их проведения. В результате проведения обзора искомым документам в мелиоративной отрасли не обнаружено. В связи с этим в ФГБНУ «РосНИИПМ» в развитие федерального закона № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» ведется разработка проекта свода правил «Мелиоративные системы и сооружения. Эксплуатация. Водоохранилища. Контроль состояния и работы сооружений».

В разрабатываемом своде правил будут представлены следующие положения:

- понятие и цель эксплуатационного контроля;
- классификация элементов водохранилищ;
- общие положения о визуальных и инструментальных наблюдениях за состоянием и работой сооружений водохранилищ;
- состав контрольных наблюдений за состоянием и работой следующих элементов водохранилищ:
 - 1) грунтовые плотины;
 - 2) бетонные и железобетонные сооружения;
 - 3) металлоконструкции и механическое оборудование;
 - 4) чаша водохранилища;

5) неукрепленные участки берега;

6) прилегающие территории;

7) методы проведения контрольных наблюдений за состоянием и работой представленных элементов водохранилищ и необходимая контрольно-измерительная аппаратура.

Состав контрольных наблюдений для каждого вида сооружений водохранилища имеет свои особенности. Представленные в разрабатываемом своде правил контрольные наблюдения будут являться базовыми. В соответствии со СНиП 2.06.05-84 «Плотины из грунтовых материалов», состав контрольных наблюдений в зависимости от особенностей конструкции, условий эксплуатации и ответственности сооружения может быть ограничен (при осуществлении контроля технического состояния плотин IV класса) или, наоборот, расширен. Для плотин IV класса и их оснований следует предусматривать комплексные визуальные наблюдения. Инструментальные наблюдения следует, как правило, ограничивать наблюдениями за смещениями, осадкой, положением депрессионной поверхности и фильтрационными расходами.

Использование разрабатываемого проекта свода правил «Мелиоративные системы и сооружения. Эксплуатация. Водоохранилища. Контроль состояния и работы сооружений» совместно с разработанным ранее проектом свода правил «Мелиоративные системы и сооружения. Эксплуатация. Правила эксплуатации водохранилищ мелиоративного назначения» в практике эксплуатации позволит содержать водохранилища мелиоративного назначения в соответствии с требованиями, предъявляемыми действующими законодательными актами Российской Федерации. Кроме этого, разрабатываемый проект свода правил может быть использован при разработке специализированных документов в области стандартизации на эксплуатацию водохранилищ мелиоративного назначения.

РАЗДЕЛ II

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ И СООРУЖЕНИЙ

УДК 556.18:504.06:556.51

Д. Ю. Андреев (ФГБОУ ВПО «НГМА»)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ БАССЕЙНОВЫХ ГЕОСИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА Р. БЕЛАЯ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ¹

В статье приводится оценка экологического состояния бассейна реки Белой республики Адыгея, его влияние на формирование и загрязнения Краснодарского водохранилища. Реализован опыт использования дистанционной и картографической информации для оценки состояния крупных речных водосборов как единой геосистемы.

Основными причинами наиболее серьезных проблем человечества являются постоянно ухудшающееся качество поверхностных вод суши, высокий уровень антропогенных загрязнений, поступающих с поверхности водосборов от различных источников, нерациональное использование водных ресурсов. Неэффективно производить улучшение качества воды, не принимая во внимание состояние ее водосборной территории, где замыкается большая часть звеньев круговорота воды в природе. Именно по этой причине, в основе разработки технологии управления водными ресурсами, а также их сбережения, должны лежать бассейновый подход.

Речной бассейн – сложное образование: с одной стороны, он представляет собой единую природную геоэкосистему (рисунок 1), а с другой – интегральную хозяйственно-экономическую структуру, формирование которой, как правило, не отвечает требованиям безопасного и сбалансированного водопользования.

Экологическое состояние водных объектов непосредственно связано с масштабами хозяйственного преобразования природных ландшафтов (или их составляющих) водосборной территории. Однако в природоохранной и водохозяйственной деятельности редко учиты-

¹ – Издается в авторской редакции.

важется важность анализа пространственного распространения источников загрязнения и их нагрузки на водные ресурсы.

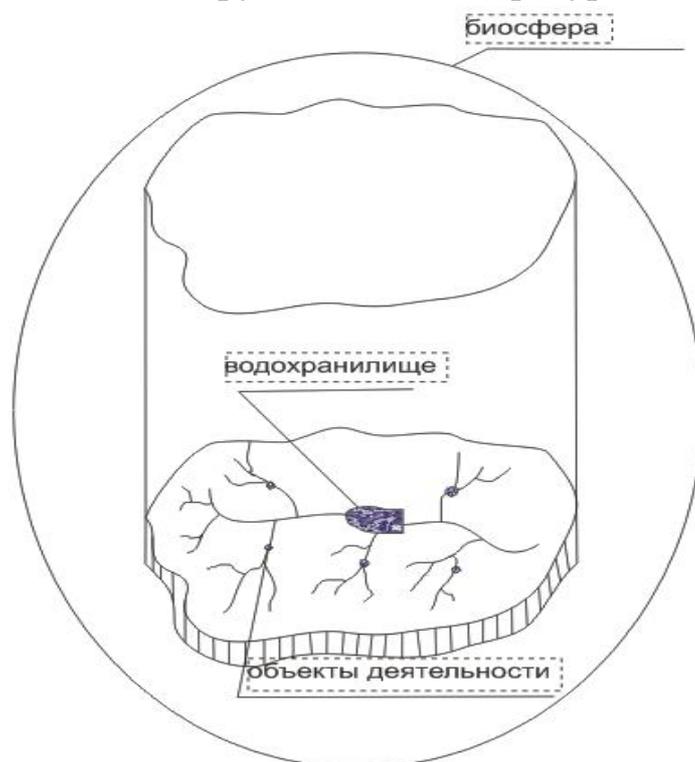


Рисунок 1 – Модель бассейновой геосистемы

Целью данного исследования является оценка экологического состояния бассейна р. Белой республики Адыгея и изучение его влияния на формирование и загрязнение Краснодарского водохранилища. В последнее десятилетие серьезную озабоченность вызывает напряженность экологической обстановки в районе водохранилища – крупнейшего руслового водохранилища бассейна р. Кубань. Его площадь составляет 397,8 км², полный объем водохранилища равен 2349,3 млн м³. Водоохранилище признано наиболее загрязненным водоемом в крае, кроме того, в последние годы оно практически разделилось на две части стремительно растущей дельтой р. Белой (рисунок 2).

На архивных геодезических картах, с изображением района водохранилища середины 80-х годов (через десять лет после окончания строительства водохранилища) хорошо видно, что нижние участки его боковых притоков – рек Пшиш, Марта, Апчас, Псекупс были подтоплены и образованы заливы типа эстуариев. Исключение составляло устье р. Белой, в котором уже начала формироваться выдвигная дельта (рисунок 3). На космическом снимке, полученном с СКАНЕКС в 2010 г. (рисунок 4) хорошо видно, что водохранилище уже разделе-

но на две части перемычкой шириной более 5 км, а площадь дельты за это время достигла почти 20 км. Причины такого интенсивного дельтоформирования обусловлены природными особенностями водосбора, расположенного в зоне легко размываемых пород, и содержанием большого количества твердых взвесей в речном стоке.

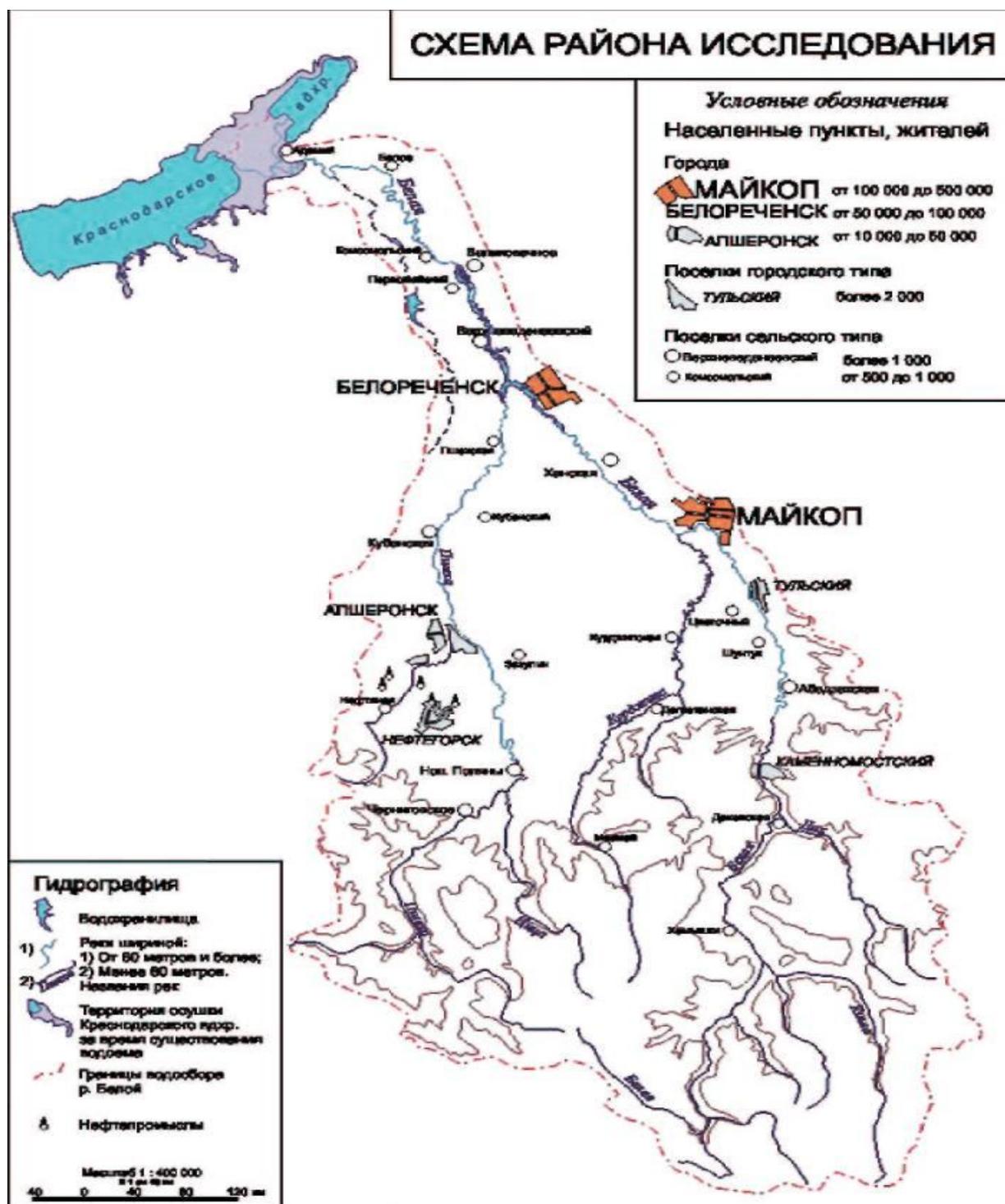


Рисунок 2 – Схема бассейна р. Белой

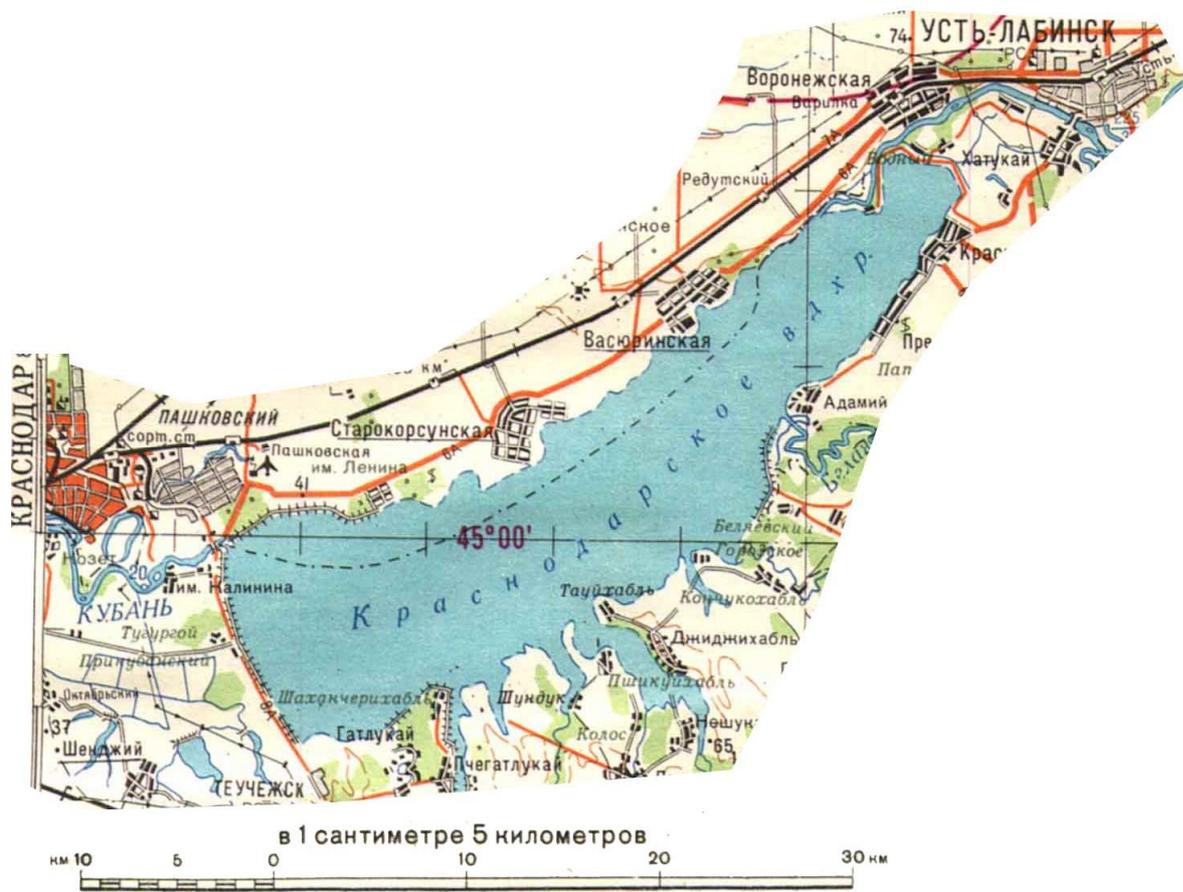


Рисунок 3 – Изображение Краснодарского водохранилища середины 80-х годов



Рисунок 4 – Космическое изображение мелководной части Краснодарского водохранилища в районе формирования дельт рек Белой и Кубани и зоны распространения твердого речного стока

Площадь бассейна р. Белой (второго по величине притока р. Кубань), составляет 5970 км², что почти в 15 раз превышает площадь Краснодарского водохранилища. По данным гидрологических наблюдений, годовой объем стока воды составляет 1,58 км³, а годовой сток наносов 760 тыс. тонн, что соответствует в среднем поступлению 24-29 кг/с [2]). При впадении в водохранилище скорость течения реки снижается почти до нуля, и значительная часть твердого стока выпадает на дно водохранилища, постепенно заиливая его.

Известно, что основная часть загрязняющих веществ (ЗВ) с водосбора поступает в реку и затем транспортируется частицами твердого стока в приемный водоем. Для выявления состава основных ЗВ приносимых с наносами р. Белой и накапливающихся в акватории водохранилища был проведен анализ хозяйственного использования водосбора реки выявлены основные очаги антропогенного загрязнения.

К ним относятся города и поселки городского типа в которых сконцентрирована практически вся промышленность территории, локальные центры производственной специализации, сельскохозяйственные и животноводческие комплексы. В таблице 1 показаны основные источники загрязнения бассейна и сопутствующие им ЗВ. Поскольку населенные пункты всех типов исторически привязаны к водным артериям промышленность также нуждается в больших объемах воды, а значительная часть полигонов твердых бытовых отходов, сельскохозяйственных объектов и животноводческих комплексов приурочена к дельтово-пойменным районам, то становится очевидным, что большая часть из перечисленных в таблице 1 поллютантов «сплавляется» по реке и ее притокам и в конечном счете накапливается в образовавшейся дельте и донных отложениях водохранилища.

Таблица 1 – Основные источники загрязнений водосбора р. Белая

Основные источники загрязнения	Основные загрязняющие вещества
1	2
Промышленность	
Электро- и теплоэнергетика	Сточные воды, золошлаки, отходы химводоочистки, шамот
Химическая и нефтехимическая	Сточные воды, фосфогипс кислый, резиновые отходы (покрышки, камеры, выпрессовка резинотехнических изделий, отходы латекса), лигнин, отработанные катализаторы
Машиностроение и металлообработка, приборостроение	Отходы черного и цветного металлов, сточные воды, гальваношламы

Продолжение таблицы 1

1	2
Лесная, деревообрабатывающая, мебельная	Отходы деревообработки (опилки, стружки), в том числе формальдегидосодержащие, сточные воды
Промышленность строительных материалов	Цементная пыль, сточные воды, выбраковка строительных материалов (железобетон, кирпич)
Легкая	Сточные воды, макулатура, текстиль, отработанные катализаторы и реагенты
Пищевая	Сточные воды, фекал сахарной промышленности, отходы тары и упаковки
Мукомольно-крупяная и комбикормовая	Сточные воды, продукция с истекшим сроком годности
Медицинская	Упаковочные материалы, отработанные реагенты, специфические отходы ЛПУ
Полиграфическая	Бумажные отходы (макулатура), сточные воды
Коммунальное хозяйство	
Хозяйственно-бытовые сточные воды	Взвешенные органические и неорганические вещества, азот аммонийный, БПК ₅ СПАВ
Сельское хозяйство	
Животноводство	Органические вещества с высокой бактериальной загрязненностью
Земледелие	Гербициды, минеральные удобрения, хлорорганические и фосфорорганические пестициды

На космическом изображении (рисунок 4) хорошо видны области распространения мутьевых выносов р. Белой и Кубани (верхний водоток), которая, проложив себе путь через образовавшуюся перемычку, тоже начала формировать собственную вторичную дельту.

По итогам проведенных исследований, можно сделать вывод, что, если процесс заиливания водохранилища будет происходить такими же темпами, то через 15-20 лет большая его часть будет осушена полностью. Уже сейчас прирусловые валы реки Кубань и их совместной дельты с рекой Белой закреплены ивово-тополевыми представителями древесных сообществ. Обсохшие участки дна водохранилища покрыты ивняками и камышовой растительностью.

В дальнейшем, для обеспечения экологической безопасности бассейновой геосистемы, необходимо производить дальнейшее более детальное экологическое исследование данного региона, выявления областей максимального и минимального хозяйственного загрязнения поверхностных вод и качественной оценки (по составу) загрязняющих веществ, накапливающихся в дельте Белой и соответственно, Краснодарском водохранилище.

Список использованных источников

1 Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия / отв. ред. Н. И. Коронкевич, И. С. Зайцева // М.: Наука, 2003. – 367 с.

2 Лурье, П. М. Река Кубань: гидрография и режим стока / П. М. Лурье, В. Д. Панов, Ю. Ю. Ткаченко. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 498 с.

3 Бондаренко, В. Л. Природообустройство: территории бассейновых геосистем / В. Л. Бондаренко, В. А. Волосухин, Ю. П. Поляков. – Ростов н/Д: МарТ, 2010. – 528 с.

УДК 627.83:532.543

А. А. Винокуров (ФГБОУ ВПО «НГМА»)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ВОДОСБРОСА УСТЬ-ДЖЕГУТИНСКОГО ГИДРОУЗЛА¹

В статье приведены результаты натурных обследований бассейна верхней Кубани и результаты экспериментальных исследований дополнительного водосброса Усть-Джегутинского гидроузла. В 2002 году на Усть-Джегутинском гидроузле был пропущен с большим трудом и опасностью катастрофический паводок редкой повторяемости. Учитывая тот факт, что существующий водосброс не рассчитан на пропуск таких расходов, возникла необходимость в строительстве дополнительного водосброса, исследования которого проводились в лаборатории гидротехнических сооружений Новочеркасской государственной мелиоративной академии по заданию Министерства сельского хозяйства РФ и института ОАО «Севкавгипроводхоз».

В результате натурных обследований бассейна верхней Кубани, установлено значительное увеличение стока, этому послужили такие факторы, как увеличение антропогенной нагрузки, вырубка лесов, использование земель под пастбища овец и коз, использование склоновых земель под сельскохозяйственные угодья. Вследствие чего производилась распашка земель, благоприятных для выращивания овощных культур, переуплотнялся верхний слой земли с нарушением дернового покрова, что благоприятствовало возникновению склоновой эрозии ливневыми потоками.

Натурные обследования бассейна верхней Кубани проводились с помощью аттестованного оборудования: тахеометры, теодолиты, георадары, плотномеры, гидрометрические вертушки, и др.

¹ – Издается в авторской редакции.

Вся масса материалов эрозионного процесса (наносов) уносится в притоки реки Кубань и в нее – непосредственно (рисунок 1). В результате наносных отложений повышается отметка дна реки и поднимается уровень воды в реке. В равнинных районах вода выходит из берегов и затапливает близлежащие территории.



Рисунок 1 – Усть-Джегутинское водохранилище

Еще пагубнее и многочисленнее происходят ущербы от наводнений паводковых потоков. Двигаясь с большими скоростями, эти потоки, насыщенные повышенной мутностью, смывают легкие постройки, разрушают жилища, опоры ЛЭП, магистральные автодороги, железнодорожные полотна и пр.

Ущерб от наводнений смывает посевы сельскохозяйственных культур, приводит к непоправимым последствиям. Для борьбы с этими стихийными бедствиями применяются различные гидротехнические сооружения. Одним из таких сооружений является Усть-Джегутинский гидроузел в комплексе с головным гидроузлом Большого Ставропольского канала.

Натурные обследования Усть-Джегутинского водохранилища показали что, оно заилено более чем на 70 %, следовательно, регулирующей емкости недостаточно для аккумуляции необходимого объема воды. В результате чего, установлено, что водосброс работает в автоматическом режиме.

В связи с тем что существующий водосброс (рисунок 2) не справляется с катастрофическими паводками, что в свою очередь может привести к разрушению плотины Усть-Джегутинского водохранилища, было принято решение запроектировать и построить дополнительный водосброс, гидравлические исследования которого были выполнены в лаборатории ГТС НГМА.



Рисунок 2 – Водосброс Усть-Джегутинского гидроузла, вид с НБ

Экспериментальные исследования лотка (водоската) дополнительного водосброса Усть-Джегутинского гидроузла заключалась в изучении режимов прохождения по нему потока при широком диапазоне пропускаемых расходов от 0 до максимально возможных в модельных условиях в пересчете на натуру $1300 \text{ м}^3/\text{с}$, открытиях затворов $a_{\text{из}}$ от 0,5 до 5,0 м и полного их поднятия. Этот диапазон охватывает требования изучения работы гидротехнических сооружений при расходах 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 и $Q_p = 900 \text{ м}^3/\text{с}$, а также при $1,33 Q_p = 1200 \text{ м}^3/\text{с}$ и

$1,44Q_p = 1300 \text{ м}^3/\text{с}$. Последний расход $Q = 1300 \text{ м}^3/\text{с}$ является катастрофическим.

В процессе исследований производились замеры уровней воды за затворами во входной части и в створах 1-1; 2-2; 4-4; 6-6; 8-8; 10-10 и в пяти точках в каждом створе (рисунок 3). Используя величины замеренных уровней воды определялись глубины воды, площади живого сечения $\omega = h \cdot b$ и средние скорости в каждом из створов $V = Q/\omega$ (здесь $b = 40 \text{ м}$ – ширина лотка).



Рисунок 3 – Работа модели сооружения при $Q = 300 \text{ м}^3/\text{с}$, вид с НБ

В каждом из створов в пяти точках замерялись продольные составляющие придонных осредненных \bar{U} и максимальных однопроцентной обеспеченности U^* скоростей. Подсчитывалась интенсивность турбулентности U' / \bar{U} (здесь $U' = U^* - \bar{U}$ – пульсационная величина).

Помимо измерений проводилось фотографирование наиболее характерных режимов работы лотка, включая нижний бьеф.

Для количественной и качественной оценки работы лотка строились соответствующие продольные профили с поперечниками, на которых приводились измеренные глубины воды. По этим схемам можно судить о возможном переформировании потока по длине и ширине лотка, наличии сбойных явлений, возможных катящихся волн.

Строились эпюры придонных скоростей в каждом створе. При работе лотка с полностью поднятыми затворами на основании визуальных наблюдений было установлено, что в рассматриваемом диапазоне пропускаемых расходов катящиеся волны не наблюдались. Имела место незначительная аэрация потока за счет захвата воздуха из атмосферы.

Но во всем диапазоне пропускаемых расходов отмечается отражающий эффект от бычков, разделительных стенок, т.е. отсутствует равномерное распределение потока по ширине лотка (рисунок 3).

Выводы.

По результатам натурных обследований бассейна верхней Кубани было установлено, что в связи с большим количеством влекомых наносов отметка дна Усть-Джегутинского водохранилища повысилась более чем на 70 %. Существующий водосброс не справляется с катастрофическими паводками, что в свою очередь может привести к разрушению плотины данного водохранилища. В результате было принято решение запроектировать и построить дополнительный водосброс.

Список использованных источников

1 Богомолов, А. И. Гидравлика: учеб. для вузов / А. И. Богомолов, К. А. Михайлов. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1973. – 648 с.

2 Расход жидкости в открытых потоках. Методика выполнения измерений при помощи стандартных водосливов и лотков / МИ 2122-90. – Казань: ВНИИР, 1990. – 73 с.

3 Справочник по гидравлическим расчетам / под ред. П. Г. Киселева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1972. – 312 с.

УДК 627.8:621.224.8

Д. В. Кашарин, М. А. Годин (ФГБОУ ВПО «НГМА»)

П. А. Годин (ФГБОУ ВПО «ЮРГТУ»)

МОБИЛЬНЫЕ ВОДОПОДПОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ¹

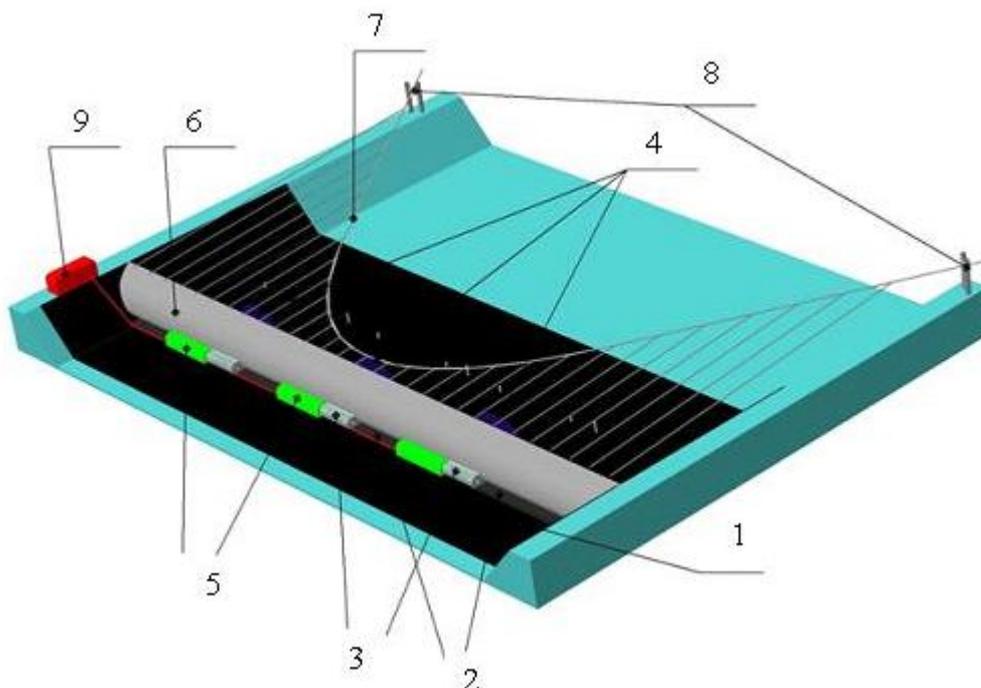
В статье обосновывается применение мобильных водоподпорных сооружений для водо- и энергообеспечения децентрализованных объектов, в том числе мелиоративных систем. Приводятся варианты сооружений для различных условий. Результаты численного моделирования, на основе метода конечных элементов, конфузора и рукава.

В настоящее время вблизи малых водотоков Российской Федерации расположено около 90 % сельскохозяйственных объектов и населенных пунктов. Многие из них являются территориально разрозненными и удаленными от централизованных коммуникационных сетей, сезонно-действующими объектами небольшой энергоемкости (фермерские хозяйства, коттеджи, малые предприятия и т.д.), поэтому для их водо- и энергоснабжения рационально использовать местные водные ресурсы – малые реки и водотоки [1]. В большинстве своем они являются равнинными с глубиной, не превышающей 1,5 метра, в период низкой межени, и средним многолетним расходом менее 5 м³/с. Эти реки наиболее уязвимы, поэтому требуется достаточная пропускная способность их русла с целью: сохранения экологического состояния; транспорта наносов; обеспечения нереста рыбы; предотвращения затопления прилегающих территорий в период половодий и паводков. В тоже время для надежного водо- и энергоснабжения необходимо аккумулировать речной сток.

В связи с этим авторами разработаны эффективные мобильные подпорные сооружения комплексного назначения (МПСКН) для создания водохозяйственного узла с автономным энергообеспечением

¹ – Издается в авторской редакции.

на базе низконапорной мембранно-вантовой плотины из композитных материалов и поперечно-струйной турбины Банки, устанавливаемой на каналах или малых реках с глубинами до 1,5 м, с возможностью создания напора до 3,5 м и мощностью от 5 до 100 кВт (рисунок 1) [2, 3, 4].



1 – гибкий флютбет; 2 – основание гидроагрегата; 3 – гидроагрегат; 4 – конфузор;
5 – силовое оборудование (генератор и мультипликатор); 6 – водоподпорная оболочка;
7 – вантовая система; 8 – береговые анкерные опоры; 9 – блок регулирования

Рисунок 1 – Конструкция многосекционного МПСКН

Схему многосекционной МПСКН необходимо применять на водотоках с шириной более 10 метров и расходом более 2,4 м³/с. При ширине водотока до 10 м целесообразно принимать схему односекционной МПСКН.

Для эффективной утилизации энергии водного потока используется конфузор из композитных материалов, имеющий малые габаритные размеры в сложенном виде, это обеспечивает мобильность сооружения и простоту монтажа.

При решении пространственной задачи по оптимизации трехмерного оптимального очертания конфузора было использовано программное обеспечение *COSMOS Flo Xpress* (инструмент для анализа потоков, являющийся приложением *Solid Works*), в котором используется уравнение Сен-Венана для установившегося движения реальной несжимаемой жидкости.

Оптимальная форма конфузора была определена по условию относительно равномерного распределения скоростей потока при подходе к гидроагрегату и по уменьшению его потерь напора (рисунок 2).

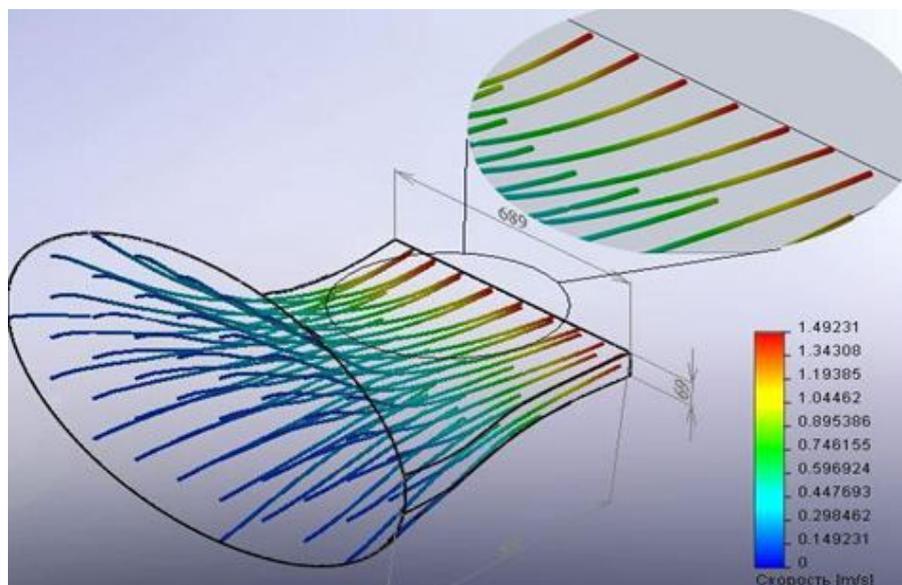


Рисунок 2 – Численная модель оптимальной формы конфузора

На основании данных по распределению скоростей по живому сечению потока был получен характер распределения избыточного давления в конфузоре.

При проведении экспериментальных исследований было определено, что установка конфузора позволяет увеличить КПД сооружения на 10 %.

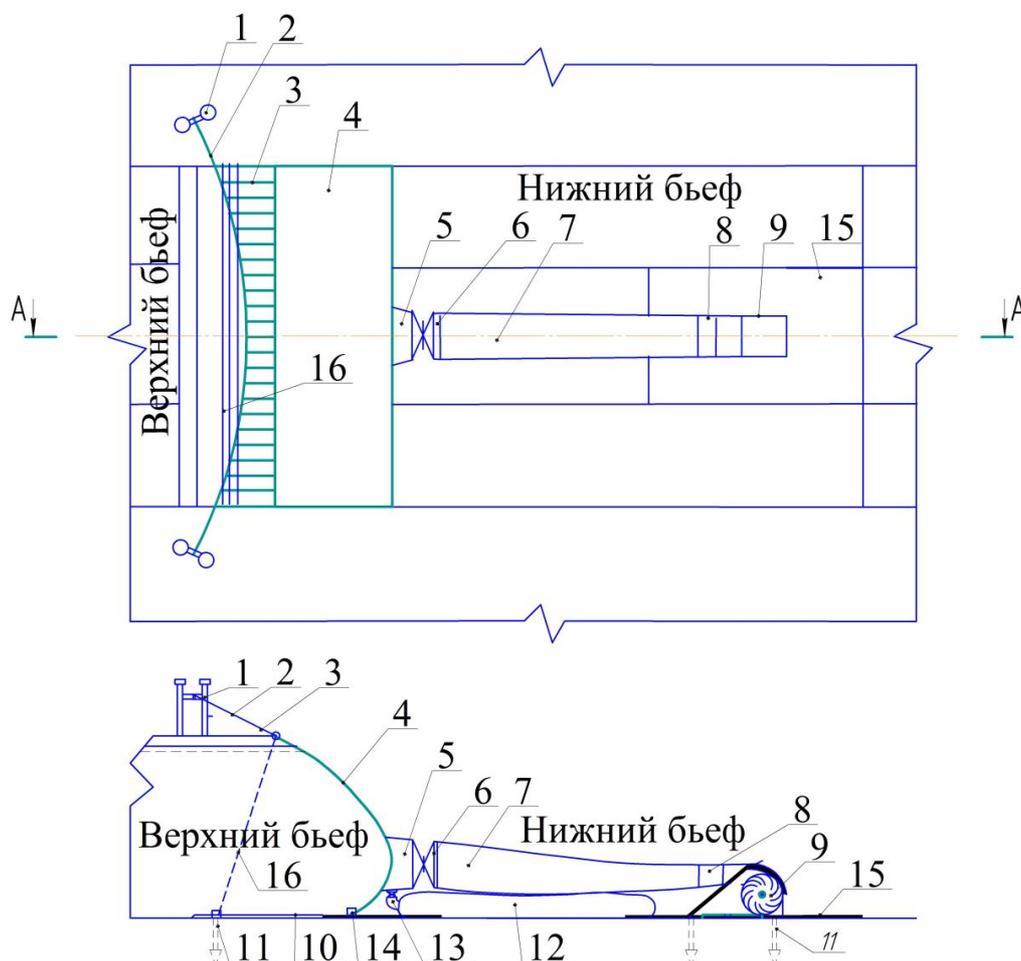
Для водотоков с расходом до $1 \text{ м}^3/\text{с}$, в предгорных районах, возможно применять схемы МПСКН рукавного типа (рисунок 3). Преимуществами данной конструкции являются:

- быстрота монтажа за счет установки водоподпорной оболочки и гидроагрегата одновременно;
- простота обслуживания гидроагрегата;
- возможность создания деривации на излучинах и водотоках в предгорных районах.

Основными элементами МПСКН рукавного типа являются: водоподпорная оболочка и рукав из композитных материалов, гидроагрегат.

Расчетом конструкций из композитных материалов занимались многие зарубежные и отечественные ученые: Отто Тростель, Хуберян К. М., Сергеев Б. И., Волосухин В. А., Кашарин В. И., Кашари-

на Т. П. и др. [5, 6]. Ими были проведены теоретические и экспериментальные исследования незамкнутых и замкнутых оболочек, которые могут использоваться для расчета водоподпорной оболочки и поперечного сечения конфузора и рукава.



- 1 – береговые анкера; 2 – ванты-оттяжки; 3 – ванта-подбор; 4 – водоподпорная оболочка; 5 – гибкое соединение; 6 – задвижка и байonetное соединение; 7 – гибкий рукав; 8 – жесткое соединение; 9 – гидроагрегат; 10, 15 – рисберма; 11 – русловые анкера; 12 – водонаполняемое основание; 13 – соединительный шланг; 14 – узел крепления водоподпорной оболочки к гибкому понуру; 16 – защитная сетка

Рисунок 3 – МПСКН рукавного типа

Поперечные сечения рукава определяются с учетом наименьших потерь напора в нем, которые возможны при плавно-изменяющемся движении потока (углы расхождения линий тока должны быть не более 10° , а радиусы поворота должны быть значительными).

Поперечные сечения рукава определены на основе уравнения нити, нагруженной гидростатическим давлением.

$$P = \frac{N}{R},$$

где P – сила избыточного гидростатического давления;
 N – растягивающее усилие;
 R – радиус кривизны поперечного сечения оболочки.
 Растягивающие усилия в его i -м сечении:

$$N = \frac{p_0 b_{ip}}{2} + \frac{1}{4} \rho g b_{ip}^2,$$

где p_0 – давление внутри оболочки;
 b_{ip} – коэффициент нагрузки в i -м сечении рукава.

Форму поперечного сечения представляем в виде радиусов определяемых для каждого интервала Δh в зависимости от изменения гидростатического давления. Общую зависимость для радиусов можно представить в виде дифференциального уравнения:

$$R(x, y) = \pm \frac{[1 + (y'^2)]^{\frac{3}{2}}}{y''}, \quad (1)$$

где y – ордината проведенная от плоскости проходящей по наивысшей точке оболочки направленная вниз.

Правую часть уравнения, принимая распределение гидростатического давления по участку подчиняющимся линейному закону можно выразить следующим образом:

$$\frac{y''}{[1 + (y'^2)]^{\frac{3}{2}}} = 2ay + b, \quad (2)$$

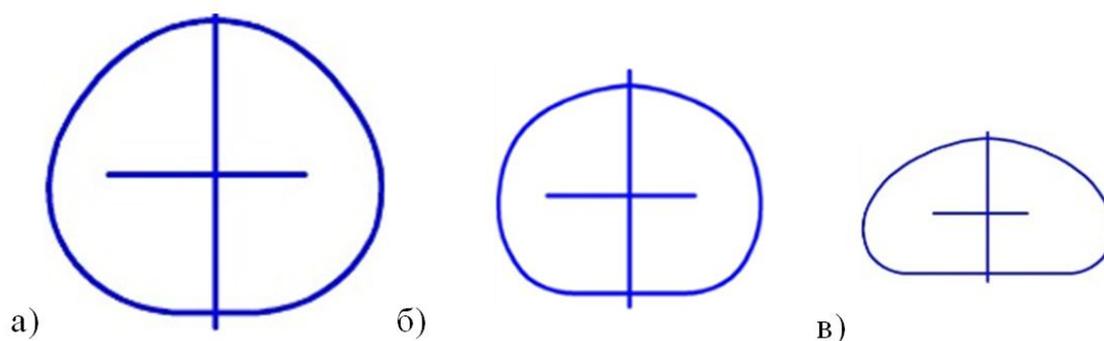
где a и b – коэффициенты нагрузки, величина которых постоянна в пределах рассматриваемого участка и определяется по формулам:

$$a = -\frac{\rho g}{2N}; \quad b = \frac{p}{N}. \quad (3)$$

В соответствии с зависимостями 1, 2, 3 для каждого i -го участка радиус кривизны:

$$R_i = \frac{1}{2a_i y + b_i}.$$

В результате расчета получены три поперечных сечения по длине рукава, представленные на рисунке 4.



а – на расстоянии 0,25 м от байонетного соединения; б – на расстоянии 1,00 м от байонетного соединения; в – на расстоянии 1,25 м от байонетного соединения

Рисунок 4 – Формы поперечного сечения рукава

Далее производилось моделирование рукава при помощи программного обеспечения *Solid Works*, в приложении *COSMOS Flo Xpress* являющимся инструментом для анализа потоков, при расходе $Q = 0,4 \text{ м}^3/\text{с}$. Данное приложение позволяет учитывать вязкость жидкости, т.е. температура воды при исследовании составляла $t = 283\text{K}^0$. Ширина наименьшего проточного канала соответствует размеру входной части при подходе к гидроагрегату и равна $b = 0,07 \text{ м}$. Полученные в результате математического анализа данные приведены на рисунке 5.

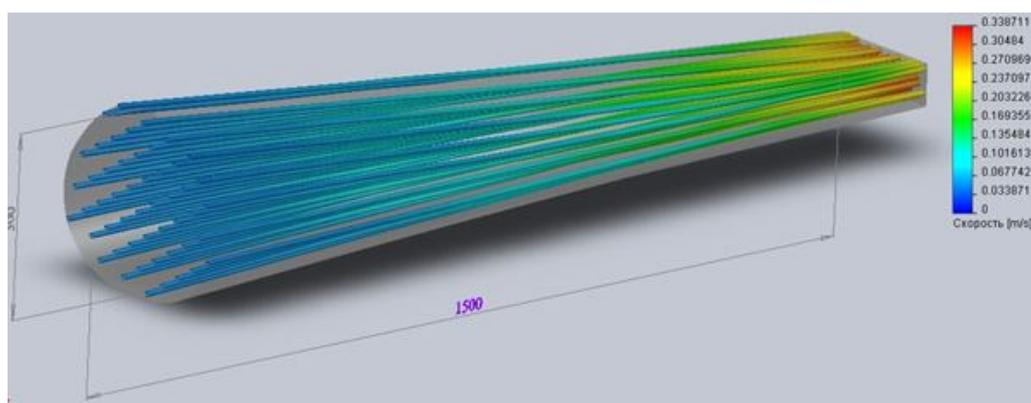


Рисунок 5 – Численная модель оптимальной формы рукава

Линии тока наглядно показывают процесс движения жидкости внутри рукава, а по их цвету, в соответствии с представленной шкалой, можно представить скоростную структуру потока.

Как противофильтрационный элемент в гибком флютбете сооружений работает только понур, а рисберма не удлиняет путь

фильтрации, защищая нижний бьеф от размыва. В процессе работы сооружений допускается просадка его основания до 0,15 м, в связи с тем, что флютбет является гибким элементом, таким образом, сооружения могут быть установлены в створ без подготовительных мероприятий при толщине биогенных грунтов до 0,2 м.

Установка данных конструкций позволит создать водохозяйственный узел с решением локального (децентрализованного) энергообеспечения (до 50 кВт), орошения, водоснабжения, рыборазведения, обеспечит локализацию распространения лесных пожаров. К их достоинствам относятся экологичность, минимальные работы по подготовке створа водотока, мобильность, транспортабельность в сложенном виде, возможность многократного использования в различных створах природных и искусственных водотоков.

Преимущество данных конструкций заключается в том, что они могут быть возведены в короткие сроки (от 2 до 24 часов, в зависимости от параметров, технологии возведения). Кроме этого оно может использоваться многократно, что является важным фактором при чрезвычайных ситуациях, имеет низкую стоимость при высоком коэффициенте полезного действия.

Список использованных источников

1 Каштанов, В. В. Создание малоэнергоемких, экологически безопасных шланговых дождевальных установок позиционного действия / В. В. Каштанов // Научно-технические проблемы мелиорации (Костяковские чтения). Междунар. конф. 30 марта 2005 г. – М.: ВНИИА, 2005. – С. 108-113.

2 Пат. 2327836 Российская Федерация, МПК E02B 9/00. Гидроэнергетическое сооружение многоразового использования / Кашарин Д. В.; заявитель и патентообладатель Кашарин Д. В. – № 2003136185; заявл. 27.07.2007; опубл. 27.06.2003, Бюл. № 1.

3 Пат. 2378451 Российская Федерация, МПК E02B 9/00. Мобильное гидроэнергетическое сооружение многоразового использования / Кашарин Д. В.; заявители Кашарин Д. В., Годин П. А.; патентообладатель Кашарин Д. В. – № 2007132596; заявл. 29.08.2007; опубл. 10.01.2010, Бюл. № 3.

4 Пат. 2413050 Российская Федерация, МПК E02B 7/02; E02B 9/00. Мобильное гидроэнергетическое сооружение рукавного типа / Кашарин Д. В.; заявители Кашарин Д. В., Годин М. А.; патентообла-

датель Кашарин Д. В. – № 2009139257; заявл. 23.10.2009; опубл. 27.02.2011, Бюл. № 6.

5 Хуберян, К. М. Рациональные формы трубопроводов, резервуаров и напорных перекрытий / К. М. Хуберян. – М.: Госстройиздат, 1956. – С. 35-42.

6 Кашарина, Т. П. Мягкие гидросооружения на малых реках / Т. П. Кашарина. – М.: Мелиорация и водное хозяйство, 1997. – 56 с.

УДК 626.826:626.821.3:532

Ю. М. Косиченко (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

ПРОБЛЕМЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ

Рассматриваются вопросы гидравлической эффективности каналов оросительных систем, анализируются данные по техническому состоянию, коэффициентам полезного действия и шероховатости русел каналов, отмечены проблемы и пути их решения.

В процессе длительной эксплуатации оросительных каналов серьезной проблемой является потеря их гидравлической эффективности, под которой будем понимать обеспечение высокой пропускной способности, близкой к проектной, при минимальных потерях воды, не превышающих допустимые значения.

Потеря гидравлической эффективности будет непосредственно связана со снижением пропускаемых расходов по каналам и коэффициентов полезного действия, которые характеризуют как гидравлические показатели, так и потери воды, главным образом, на фильтрацию из их русел.

В свою очередь, гидравлическая эффективность будет зависеть от технического состояния каналов, ухода за ними и режимов эксплуатации.

На примере каналов Юга России (Южного и Северо-Кавказского Федеральных округов) рассмотрим вопросы гидравлической эффективности в целом каналов России.

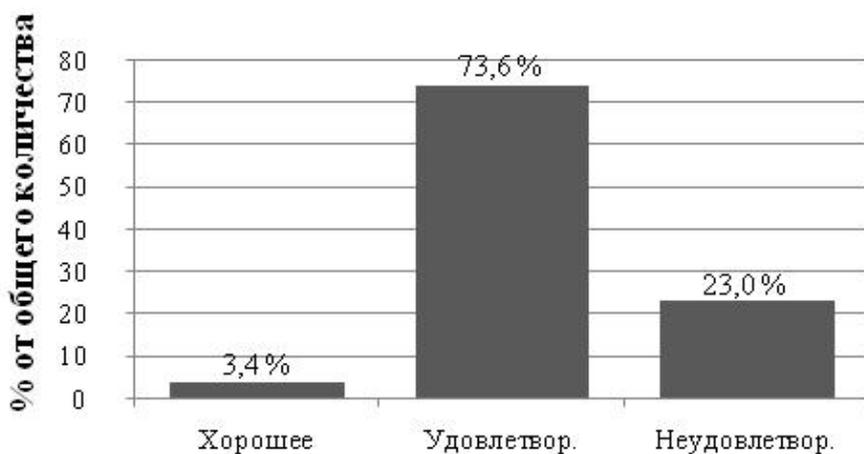
По данным Мелиоративного кадастра, только протяженность оросительной сети на юге России составляет около 100 тыс. км, из них протяженность крупных каналов с расходами более $10 \text{ м}^3/\text{с}$ – 23 тыс. км.

На рисунке 1, а приведены общие данные о техническом состоянии оросительных каналов Юга России, из которых следует, что

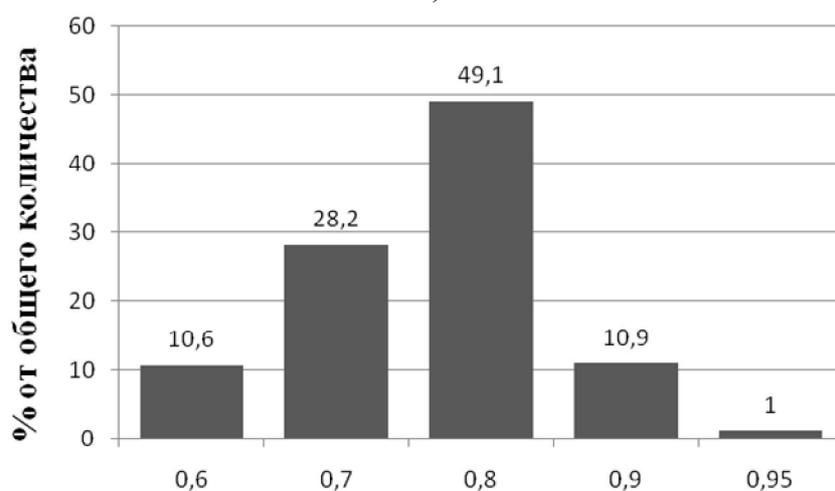
в хорошем состоянии находится только 3,4 %, в удовлетворительном состоянии – 73,6 %, а в неудовлетворительном состоянии – 23,0 %.

Отсюда примерно четвертая часть всех каналов характеризуется плохим техническим состоянием, и соответственно недостаточной пропускной способностью и необходимостью проведения капитальных и текущих ремонтов, а также их реконструкции.

Другая гистограмма на рисунке 1, б свидетельствует о том, что большое количество оросительных каналов (около 88 %) имеет КПД от 0,60 до 0,90 и только 12 % – от 0,90 и выше. Как известно, согласно СНиП 2.06.03-85, нормативное значение КПД магистральных и распределительных каналов должно составлять не менее 0,90. Поскольку КПД характеризует как пропускную способность, так и потери при эксплуатации каналов, то можно считать, что подавляющее большинство каналов имеет низкую или недостаточную гидравлическую эффективность.



а)



б)

а) техническое состояние; б) коэффициент полезного действия

Рисунок 1 – Техническое состояние оросительных каналов Юга России

Среди основных эксплуатационных факторов, влияющих на работоспособность как каналов в земляном русле, так и в облицовке особенно следует выделить зарастание русел водной растительностью, размывы и различные деформации их русел, заиление, несвоевременный уход и ремонт каналов, разрушение плит и швов облицовок которые в значительной степени влияют на их гидравлическую эффективность и надежность [1].

Примерами с характерными условиями снижения гидравлической эффективности и эксплуатационной надежности обследованных каналов являются Азовский и Нижне-Донской МК в земляном русле, где наблюдается значительное зарастание водной растительностью, на облицованном канале Бг-Р-7 – заиление и образование водорослей [2].

Анализ данных служб эксплуатации ФГУ «Мелиоводхоз» о фактических значениях КПД каналов оросительных систем (рисунок 2, а) показал, что среднее значение КПД магистральных каналов составляет 0,829, что на 7 % ниже минимальных требований СНиП 2.06.03-85 «Мелиоративные системы и сооружения». При этом КПД магистральных каналов в земляном русле составляет 0,790, что уже на 11 % ниже требований СНиП, а для каналов в облицовке средний КПД равен 0,870, что также ниже требуемого значения для облицованных каналов по рекомендациям ФГБНУ «РосНИИПМ» (0,95-0,97) – на 8-10 %.

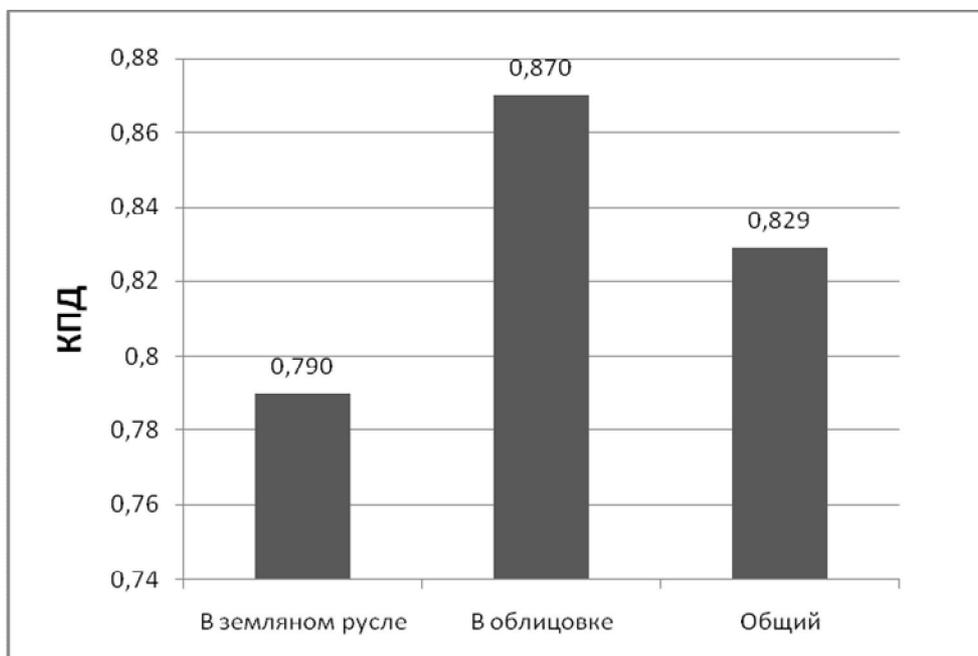
Что касается распределительных каналов оросительных систем (рисунок 2, б) средний их КПД составляет 0,817, что на 11 % ниже минимальных требований СНиП. Для каналов в земляном русле средний КПД равен 0,754, а для каналов в облицовке – 0,854.

Таким образом, учитывая, что согласно «Водной стратегии РФ на период до 2020 г.», использование воды на орошение составляет 8,4 км³/год, что при среднем КПД оросительных каналов 0,820 потери в них составят 18 %, а суммарный объем потерь – 1,5 км³/год.

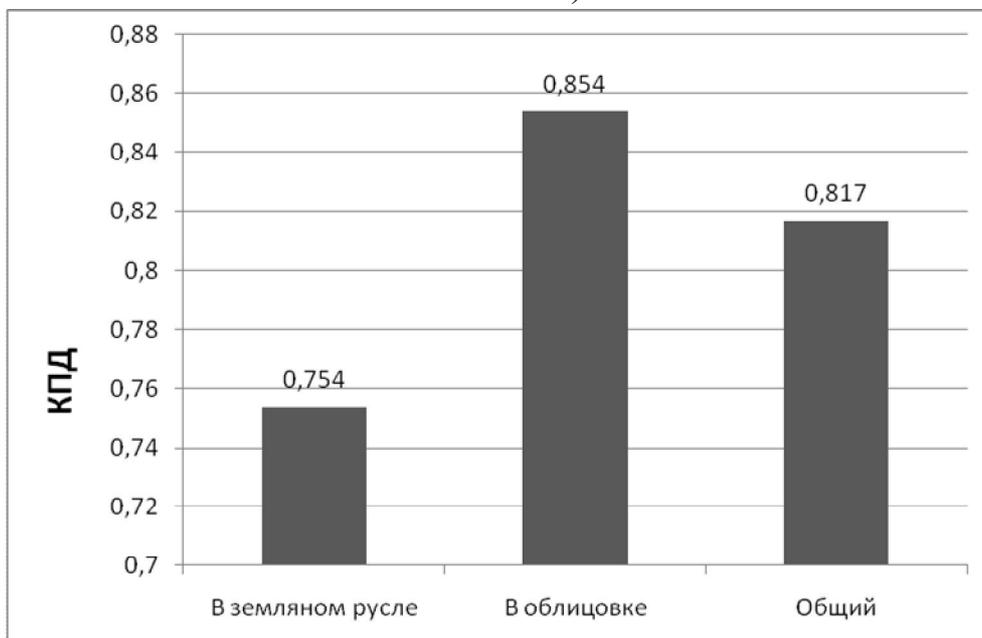
На рисунке 3 приведены обобщающие графики изменения коэффициентов шероховатости для каналов в земляном русле в зависимости от их расходов.

Анализ натуральных данных коэффициентов шероховатости n позволяет выделить две зоны их распределения с нижней границей, соответствующей минимальным значениям и верхней границей с мак-

симальными значениями. Штриховую линию, проведенную приближенно, можно принять за границу раздела двух зон: нормального состояния русла и области повышенных коэффициентов n , обусловленных существенным влиянием различных факторов эксплуатации (зарастания, деформации русел, заиления).



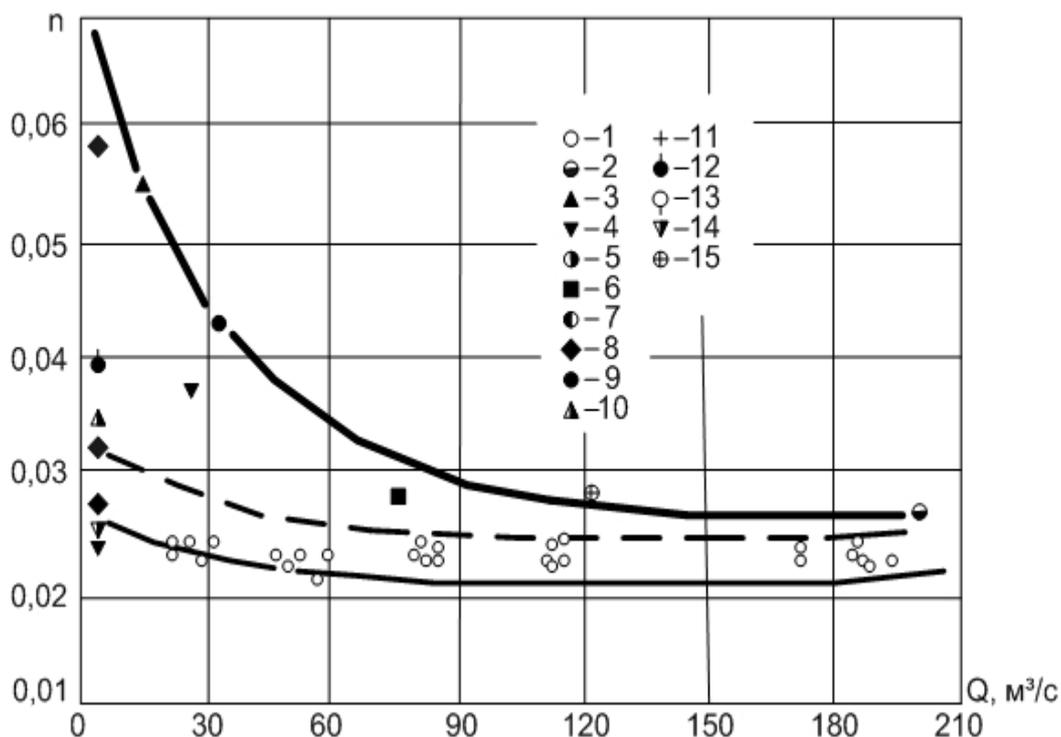
а)



б)

а) магистральных каналов; б) распределительных каналов

Рисунок 2 – Коэффициент полезного действия каналов оросительных систем Юга России



1 – БСК-1; 2 – Донской МК; 3 – Азовский МК; 4 – Нижне-Донской МК;
 5 – Пролетарский; 6 – Невинномысский; 7 – Терско-Кумский; 8 – Солдатский I;
 9 – Сев. Донец-Донбасс; 10 – Теплушка; 11 – Солдатский II; 12 – Распределитель № 67;
 13 – Баксан-Малка; 14 – Бг-Р-6; 15 – Днепр-Донбас

Рисунок 3 – График зависимости коэффициентов шероховатости каналов в земляном русле

Для малых и средних каналов с расходами от 1 до 60 м³/с при их эксплуатации наиболее существенное влияние на коэффициенты n оказывает зарастание русел водной растительностью (камышом), которые превышают значения при нормальном состоянии земляных русел в 2,0-2,5 раза. Для крупных каналов с расходами более 60 м³/с влияние зарастания существенно уменьшается и здесь наибольшее влияние на шероховатость русла могут оказывать русловые деформации ложа, обрушение и размывы откосов, подсечки в зоне уреза воды заиление русел. В целом влияние этих факторов может привести к повышению шероховатости русел на 20-45 %.

На основе проведенного анализа и проведенных исследований можно отметить следующие проблемы гидравлической эффективности оросительных каналов.

1 При эксплуатации малых и средних каналов оросительных систем с расходами до 60 м³/с во многих случаях возникают дополнительные гидравлические сопротивления в руслах, обусловленные

главным образом зарастанием водной растительностью, что приводит к существенному снижению их пропускной способности.

2 При эксплуатации крупных каналов с расходами более 60 м³/с преобладающими факторами могут быть различные деформации русел, которые приводят к сравнительно незначительному снижению пропускной способности.

3 В связи с снижением гидравлической эффективности русел каналов в процессе их эксплуатации необходимо соблюдение режимов подачи воды, обеспечение надлежащего их технического состояния, разработка и реализация организационно-технических и ремонтных мероприятий, направленных на повышение их эксплуатационной надежности и КПД.

Список использованных источников

1 Косиченко, Ю. М. Вероятностная модель эксплуатационной надежности крупных каналов / Ю. М. Косиченко, Ю. И. Иовчу, М. Ю. Косиченко // Гидротехническое строительство. – 2007. – № 12. – С. 39-45.

2 Косиченко, Ю. М. Каналы переброски стока России. – Новочеркасск: НГМА, 2004. – 470 с.

УДК 626.823.92.064.2

Т. Л. Курцева (ФГБОУ ВПО «НГМА»)

ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО УКРЕПЛЕНИЮ НИЖНЕГО БЬЕФА МАЛЫХ ВОДОПРОПУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ¹

В статье произведен краткий обзор применяемых в настоящее время конструктивных мероприятий для гашения избыточной энергии водного потока в нижнем бьефе малых водопропускных сооружений; критический анализ работы гасителей в различных условиях эксплуатации.

К малым водопропускным сооружениям относятся малые мосты, дорожные водопропускные трубы и трубчатые сооружения (башенные, шахтные, сифонные водосбросы, акведуки, дюкеры) [3]. Такие сооружения работают, как правило, при безнапорном или полупонапорном режиме течения и характеризуются относительно широ-

¹ – Издается в авторской редакции.

ким нижним бьефом со свободным растеканием двумерного в плане бурного потока.

Нижний бьеф исследуемых сооружений работает в очень тяжелых эксплуатационных условиях: при значительной неравномерности величины пропускаемых расходов, высокой кинетичности сбросного потока и насыщенности его донными и влекомыми наносами, плавающим мусором, малым подтоплением со стороны нижнего бьефа. Наиболее типичными разрушениями таких конструкций является деформация дна отводящего русла в нижнем бьефе и, как следствие, разрушение конструкции крепления нижнего бьефа [2].

Поток, выходящий из водопропускного сооружения в нижний бьеф обладает скоростями, в несколько раз превышающими неразмывающие скорости для грунтов, слагающих отводящее русло. Для предотвращения размыва сооружения со стороны нижнего бьефа, работающего в таких условиях, предусматривается устройство гасителей избыточной кинетической энергии потока.

Расчет конструктивных элементов гасителей, как правило, ведется на пропуск одного, расчетного, расхода воды, определяемого по данным гидрологических наблюдений.

Для уменьшения мощности крепления нижнего бьефа и снижения его стоимости, необходимо на возможно более короткой длине за сооружением: преобразовать часть получившейся в нижнем бьефе избыточной кинетической энергии в потенциальную, доведя относительно малую глубину h_c до величины h_n ; погасить оставшуюся часть избыточной кинетической энергии, то есть рассеять ее.

Формы пространственного сопряжения бурного потока за водопропускными сооружениями определяются уклоном отводящего русла, а также соотношением глубин растекающегося потока и потока в бытовых условиях, которые определяют характер растекания в отводящем русле: свободное растекание бурного потока или сбойное течение. В этом случае в нижнем бьефе требуется совместное решение вопросов выравнивания удельных расходов и скоростей, предупреждения сбойности течения и гашения избыточной кинетической энергии. Наиболее распространенными и изученными средствами, обеспечивающими гашение избыточной кинетической энергии при недостаточном для затопления гидравлического прыжка уровне нижнего бьефа, являются:

1) водобойный колодец (рисунок 1). Идея водобойного колодца заключается в искусственном увеличении глубин нижнего бьефа за счет опускания дна русла нижнего бьефа непосредственно за сооружением на некоторую величину d .

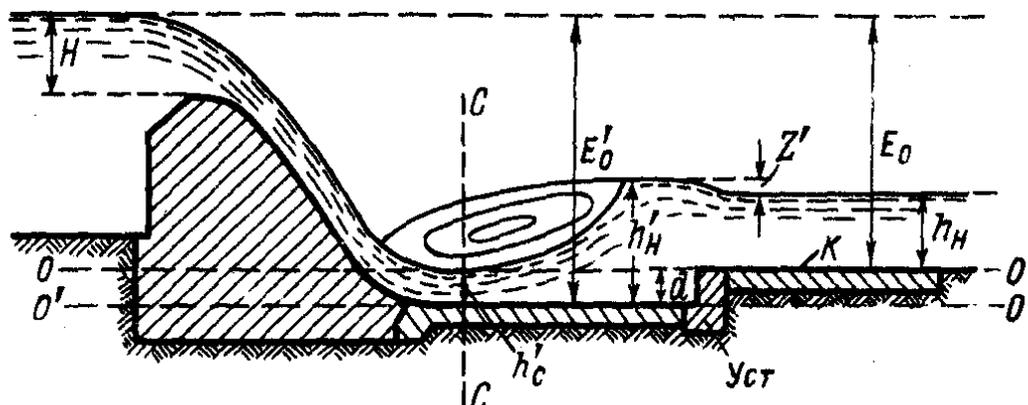


Рисунок 1 – Водобойный колодец

2) водобойная стенка (рисунок 2). Водобойная стенка эффективно гасит энергию водного потока при расчетном расходе и уровне воды в отводящем русле. В условиях переменных расходов и уровней воды в отводящем русле, что характерно для сооружений дорожного водоотвода, аварийных водосбросов, сооружений лиманного орошения и т.д., сплошная водобойная стенка работает крайне неудовлетворительно. При сопряжении по типу свободного растекания применение сплошной водобойной стенки становится нерациональным, т.к. при набегании бурного потока на водобойную стенку происходит его фонтанирование, что вызывает, в свою очередь, устройства второго каскада гасителей энергии и т.д.

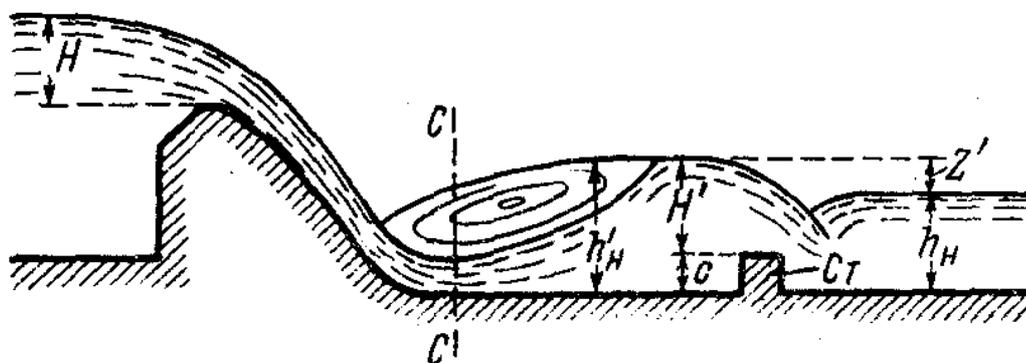


Рисунок 2 – Водобойная стенка

3) водобойный колодец комбинированного типа (рисунок 3). В этом случае глубина нижнего бьефа увеличивается и за счет опускания дна русла нижнего бьефа, и за счет подпора, вызванного водобойной стенкой [6].

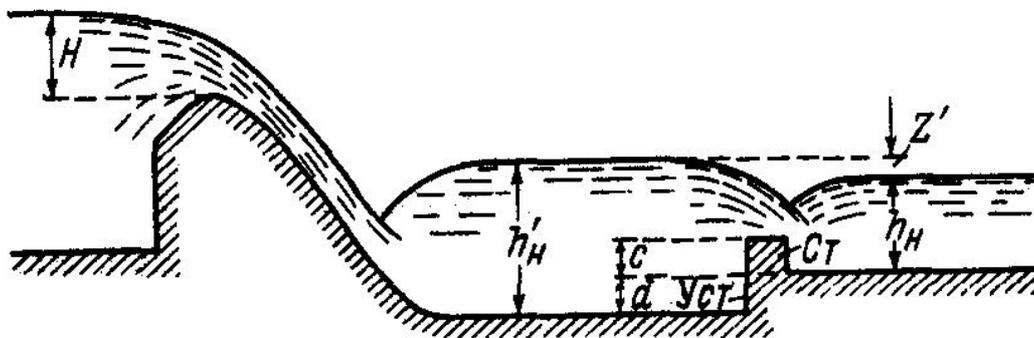


Рисунок 3 – Водобойный колодец комбинированного типа

4) специальные гасители энергии. Идея этих гасителей заключается в том, что на пути потока устраиваются всевозможные препятствия, заставляющие его соответствующим образом деформироваться. В результате такой деформации потока происходит интенсивное рассеивание энергии.

Наиболее распространенным типом специальных гасителей являются шашки и пирсы, представляющие собой выступы на водобое (рисунок 4, а, б). У шашек высота меньше ширины или длины их, у пирсов – больше. Располагаются такие гасители в один – три ряда в шахматном порядке.

Форма гасителей весьма разнообразна.

Ряд из шашек или пирсов образуют прорезную стенку. Стенка, прорезанная не на всю высоту, называется зубчатой (рисунок 4, в). Зубья расщепляют поток в плане и направляют часть потока к поверхности.

Для равномерного распределения потока по ширине или для изменения его направления служат растекатели (в виде расположенных под углом к полотну пирсов, рисунок 4, г) и пороги – растекатели (рисунок 4, д, е). Находит применение комбинация стенки с гасителями в виде шашек (рисунок 4, ж). Гашение энергии при комбинации стенки и гасителей более эффективно, чем стенка или гасители в отдельности, и одновременно за счет некоторого подпора, который создает стенка, увеличивается кавитационная стойкость гасителей.

Помимо рассмотренных видов гасителей применяют так называемые носки-расщепители, которые устанавливают в конце сливной грани водослива (рисунок 4, з). Известны примеры гашения энергии устройством водобоя повышенной шероховатости: плита водобоя покрывается невысокими шашками (рисунок 4, и), прямолинейно или зигзагообразно.

Эффективное гашение обеспечивает водобойный колодец с клиновидными прорезями (рисунок 4, к) [1].

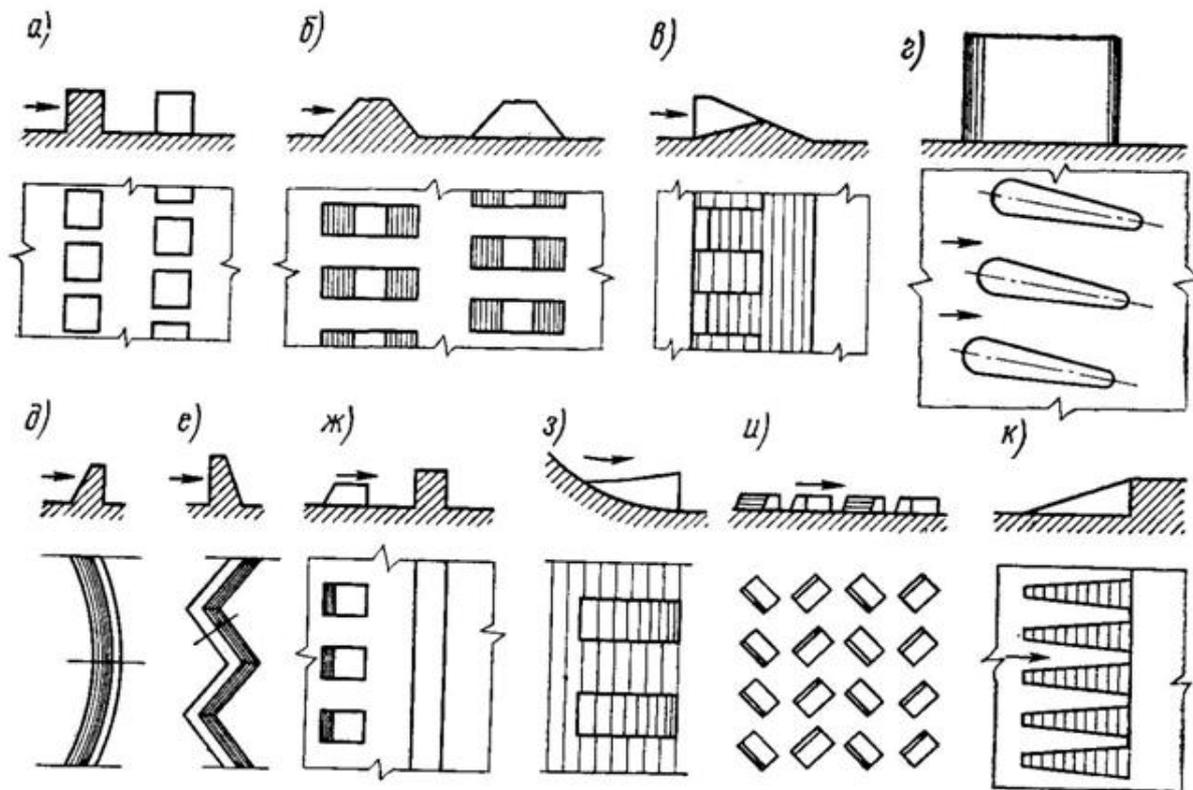


Рисунок 4 – Типы гасителей

Весьма эффективным устройством для предупреждения сбойности и выравнивания удельных расходов по ширине ограниченного отводящего русла являются донные направляющие пороги различной конструкции и по-разному расположенные в плане. При их применении поток распределяется по всему сечению отводящего русла на сравнительно коротком расстоянии. Донные пороги эффективны при работе в комплексе с какими-либо другими гасителями энергии.

Образовский А. С. для гашения энергии потока и предупреждения сбойности течения предложил ломаную в плане водобойную стенку, состоящую из двух стенок установленных под углом 45° . Позднее Образовский А. С. предложил установить в вершине прямо-

линейную, сперва сплошную, а потом прорезную, вставку. Такая вставка существенно уменьшила величину размыва за сооружением, однако данная конструкция эффективна только в относительно узких руслах и для потоков свободных от влекомого мусора.

Существует отдельная группа гасителей энергии, расщепляющие поток в горизонтальной плоскости. К гасителям такого типа можно отнести гаситель Сенкова, гаситель Пикалова Ф. И. и т.д.

Еременко Е. В. для гашения энергии и борьбы со сбойностью течения за однопролетными шлюзами-регуляторами предлагает использовать криволинейную прорезную водобойную стенку, устанавливаемую на выходе из сооружения, выпуклостью в сторону отводящего русла. Значение центрального угла выбрано равным 60° . Стенка разрезается только до половины высоты. Исследования Еременко Е. В. показали, что криволинейная разрезная стенка по сравнению со сплошной создает благоприятный для растекания режим и в меньшей степени подтапливает выходное отверстие сооружения.

Более полное исследование прорезных водобойных стенок выполнили Гунько Ф. Г. и Ляпин В. Е. Ими рассматривались разрезные стенки различной конфигурации для различных режимов течения. По данным Ляпина В. Е., преимуществом прорезных гасителей является способность деления потока на отдельные струи, создавая при этом большое число поверхностей раздела, приводящих к интенсивному перемешиванию водных масс и гашению энергии.

Киенчук В. Ф. предлагает устанавливать криволинейную прорезную стенку выпуклостью в сторону сооружения, утверждая, что это будет способствовать более равномерному распределению удельных расходов и скоростей по ширине отводящего русла. Он рекомендует принимать центральный угол равный 30° .

Общим недостатком прорезных гасителей энергии – низкая надежность их работы с потоком несущим большое количество донного и плавающего мусора.

Приведенный краткий обзор конструктивных мероприятий гашения избыточной энергии водного потока показал, что наиболее распространенными являются гасители по типу водобойного колодца, образованного уступом или сплошной или прорезной стенки. Такие гасители весьма эффективны для использования их в одномерных по-

тока, в которых величина пропускаемого расхода и бытовая глубина изменяются в малых пределах.

Список использованных источников

1 Гидротехнические сооружения: учеб. для вузов (в двух частях) / под ред. М. М. Гришина. – М.: Высш. школа, 1979. – Ч. 1. – 615 с.

2 Гунько, Ф. Г. Установление рациональных типов гасителей избыточной энергии потока по его размывающей способности за гасителями в пространственных условиях / Ф. Г. Гунько // Известия ВНИИГ. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1962. – Т. 71. – С. 39-60.

3 Еременко, Е. В. Гидравлический прыжок в трапецеидальных призматических руслах и сопряжений бьефов за однопролетными шлюзами-регуляторами: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.14.09 / Еременко Е. В. – К., 1960. – 21 с.

4 Киенчук, А. Ф. Гашение энергии в широком нижнем бьефе подпорнорегулирующих сооружений мелиоративных систем: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.14.09 / Киенчук А. Ф. – Киев, 1966. – 24 с.

5 Корюкин, С. Н. Донные пороги в борьбе со сбойными течениями / С. Н. Корюкин // Науч. записки МИИВХ. – М., 1958. – Т. 20. – С. 47-56.

6 Ляпин, В. Е. Гидравлический расчет гасителя энергии, выполняемого в виде прорезной стенки, и концевого крепления за ним / В. Е. Ляпин // Известия ВНИИГ. – М.-Л.: Госэнергоиздат. – 1962. – Т. 71. – С. 99-122.

7 Образовский, А. С. Усиление растекания струи за быками плотины при помощи ломаной водобойной стенки / А. С. Образовский // Труды гидравлич. лаборат. ин-та ВОДГЕО. – М., 1957. – Вып. 5. – С. 112-135.

8 СНиП 33-01-2003. Гидротехнические сооружения. Основные положения // Госстрой России, 2003. – 80 с.

9 Справочник по гидравлике / под ред. В. А. Большакова. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1984. – 343 с.

10 Чугаев, Р. Р. Гидравлика: учеб. для вузов / Р. Р. Чугаев. – 4-е изд., доп. и перераб. – Л.: Энергоиздат Ленингр. отд-ние, 1982. – 672 с.

УДК 532.543

М. Ф. Мицик (ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС»)

Н. В. Косиченко (ФГБОУ ВПО «ДонГАУ»)

ПЛАНОВЫЕ ЗАДАЧИ РАСТЕКАНИЯ ОТКРЫТЫХ БУРНЫХ ПОТОКОВ В ШИРОКОМ ОТВОДЯЩЕМ РУСЛЕ¹

В работе описана область применения двухмерных бурных потоков, показаны возможные схемы их растекания в широкое отводящее русло. В качестве модельных рассмотрены двухмерные плановые задачи по свободному растеканию потоков в горизонтальном нижнем бьефе, приведены решения плановых задач.

Наличие протяженных автомобильных дорог в России, крупных сельскохозяйственных угодий и значительных площадей орошаемых земель требуют строительства большого числа гидротехнических сооружений, обеспечивающих пропуск воды с возвышенной стороны косогоров на пониженные участки местности. Для пропуска воды на пересечениях водотоков с полотном дорог устраивают водопропускные сооружения различного типа. В ряде районов нашей страны с недостаточной водообеспеченностью применяется лиманное орошение земель.

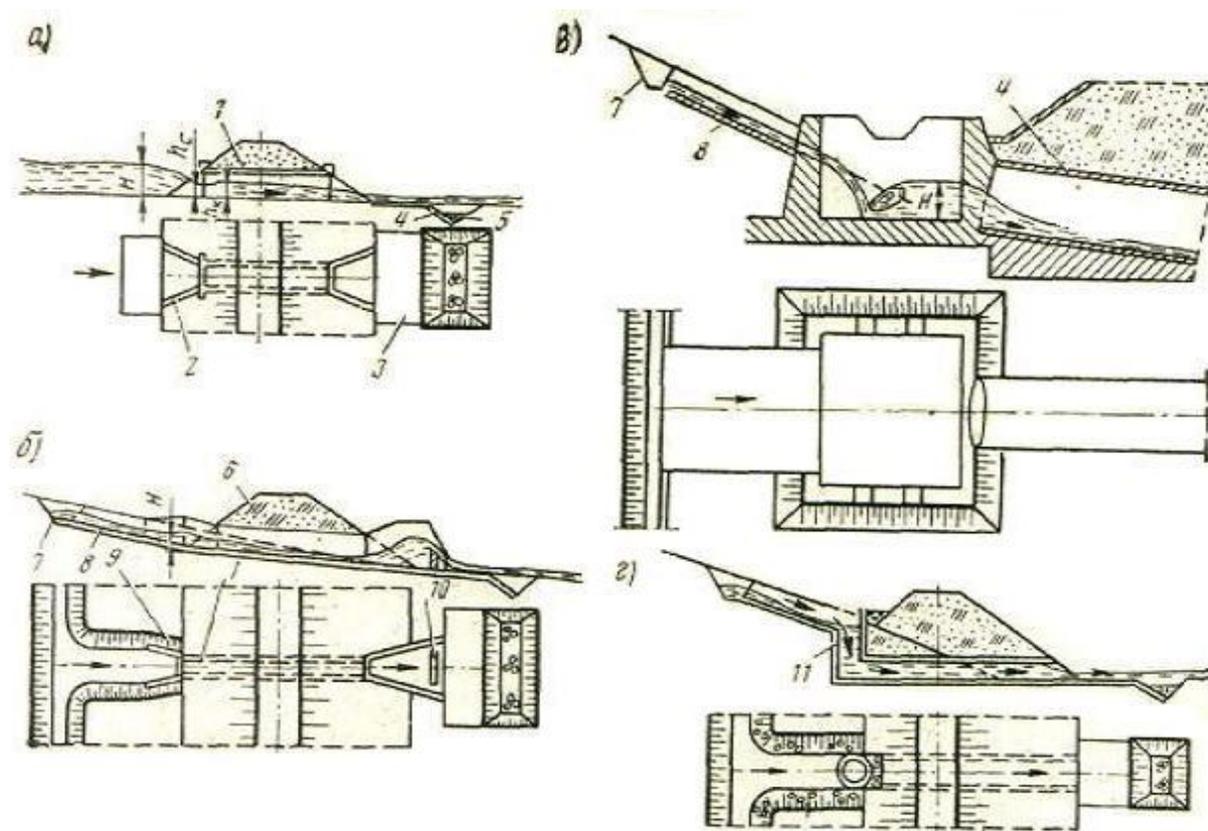
Поток, вытекающий из водопропускной трубы в нижний бьеф гидросооружения, часто имеет скорости, которые в несколько раз превышают предельно допускаемые (неразмывающие) скорости для грунтов, составляющих отводящее русло [1]. Многочисленные натурные обследования, выполненные в МГСУ, МАДИ, ЦНИИС, позволяют сделать вывод о том, что главной причиной аварийного состояния большинства водопропускных сооружений являются опасные местные размывы отводящего русла в нижнем бьефе сооружений [2].

Для гашения избыточной кинетической энергии потока, перевода его из бурного состояния в спокойное, предпочтительным является метод активного воздействия на поток, который позволяет обратить энергию потока против самого себя, чтобы скорости жидких частиц потока за сооружением не превышали предельно допускаемых значений. Такими свойствами обладают гидросооружения с боковым креплением нижнего бьефа, способствующие переходу бурного потока в спокойный посредством образования косоуго гидравлического прыжка, постепенно переходящего в прямой прыжок. Существующие спо-

¹ – Издается в авторской редакции.

собы расчета гидравлических параметров бурных потоков, образующихся в нижнем бьефе водопропускных сооружений, не обладают достаточной точностью на всем плане течения. Соответственно, недостаточно изучены управляющие воздействия гасителей при растекании потока в нижнем бьефе трубчатых водопропускных сооружений.

В зависимости от топографических, гидравлических и геологических условий для пропуска воды применяются различные типы [2] водопропускных труб (рисунок 1).



а – труба равнинного типа; б – косогорная труба с быстротоком, сужением на входе и гасителем на выходе; в – входная часть трубы с быстротоком и водоприемным колодезем; г – труба с быстротоком и шахтным сбросом; 1 – собственно труба; 2 – оголовки трубы; 3 – укрепления; 4 – предохранительный откос; 5 – каменная наброска; 6 – насыпь; 7 – нагорная канава; 8 – быстроток; 9 – сужение; 10 – гаситель; 11 – колодец-шахта

Рисунок 1 – Типы водопропускных труб и их элементы

В соответствии с условиями пропуска воды трубы встречаются прямоугольного и круглого поперечного сечений (с различными типами входных и выходных оголовков).

Существуют три основных режима протекания водного потока через водопропускную трубу: 1) безнапорный, когда входное сечение

не затоплено и на всем протяжении трубы потока имеет свободную поверхность; 2) полунапорный, входное сечение трубы затоплено, а на остальном протяжении поток имеет свободную поверхность; 3) напорный, когда входное сечение трубы затоплено и на большей своей части труба работает полным сечением.

При растекании потока из выходного отверстия трубы в широкое отводящее русло часто возникают течения, которые могут быть приближенно описаны моделями двухмерных потоков [3].

Двухмерные бурные потоки широко применяются при моделировании течений в нижних бьефах дорожных водоотводов, малых мостов, систем лиманного орошения, ливнепропускных сооружений под каналами и т.д., то есть в тех случаях, когда для реального трехмерного потока в плане течения выполняются условия: вертикальные (или нормальные к выбранной координатной плоскости) составляющие местных осредненных скоростей и ускорений малы; векторы скоростей жидких частиц, расположенных на одной вертикали, лежат в одной плоскости; распределение скоростей на любой вертикали – практически равномерное.

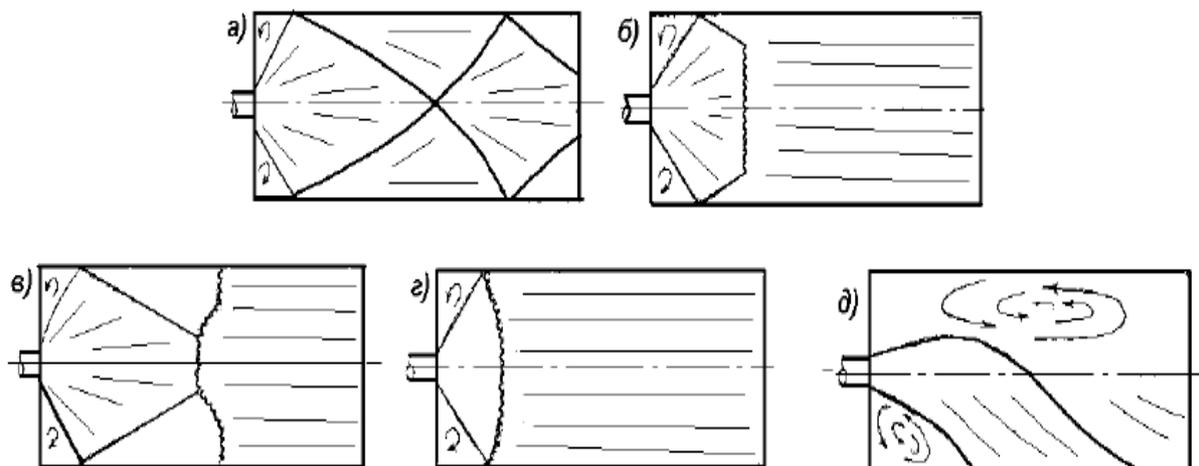
Бурный поток, выходящий из водопропускной трубы в широкий горизонтальный нижний бьеф в безнапорном режиме, свободно растекается, поэтому, в соответствии с уравнением неразрывности, скорости в потоке возрастают, а глубины – уменьшаются. При этом крайние струи потока достигают боковых стенок отводящего русла в сечении полного растекания. За сечением полного растекания, в котором крайняя линия тока пересекается с боковой стенкой, образуется косой гидравлический прыжок. Линии фронта косых прыжков пересекаются в сечении схода косых гидравлических прыжков, за которым наблюдается дальнейшее прохождение фронта косого прыжка до противоположной стенки отводящего русла с образованием системы затухающих косых прыжков (рисунок 2, а).

Возможные схемы растекания бурных потоков в широком отводящем русле [4] представлены на рисунке 2. Характер растекания бурного потока существенно зависит от значения

$$\eta = h_6 / h_{cp},$$

где h_6 – бытовая глубина потока в нижнем бьефе;

h_{cp} – средняя глубина потока в зоне свободного растекания.



а) $\eta = 1,0$; б) $\eta = 1,5$ в) $\eta = 1,57$ г) $\eta = 1,63$ д) $\eta = 1,71$

Рисунок 2 – Последовательная смена форм сопряжения при различной степени подтопления

При возрастании значения η до 1,71 возможно появление сбойного течения (рисунок 2, д). Сбойное течение возникает при затоплении сечения полного растекания бытовым потоком, при этом происходит прорыв водных масс в водоворотные зоны, которые приобретают разные геометрические размеры и транзитная струя потока сваливается к одной из боковых стенок.

Растекание бурного потока в очень широком нижнем бьефе характеризуется следующими особенностями: поток, выходящий из отверстия, попадает в отводящее русло, глубина в котором меньше глубины на выходе из сооружения [1]. Под действием силы тяжести происходит растекание потока в стороны (по направлению к берегам). Это растекание происходит до тех пор, пока глубина бурного растекающегося потока не будет равна глубине, взаимной с бытовой глубиной. Взаимными называются глубины, связанные уравнением косоуго гидравлического прыжка. В результате этого область растекания бурного потока, сопрягающаяся с бытовым потоком и водными массами нижнего бьефа посредством косых гидравлических прыжков, принимает в плане характерную форму «лепестка» (рисунок 3).

Расчет основных параметров растекания вышеописанных потоков сводится к решению соответствующих двухмерных плановых задач гидравлики, которые можно решать аналитическими методами, или численными.

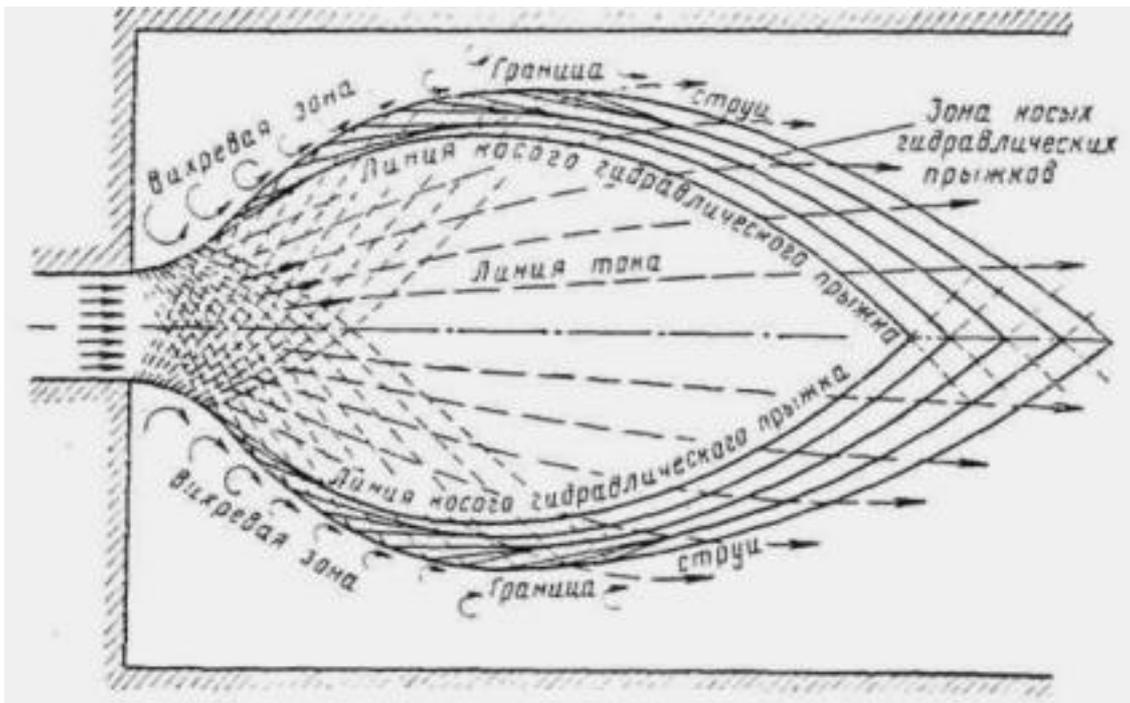


Рисунок 3 – Свободное растекание бурного потока в широком горизонтальном русле с образованием формы «лепестка»

Аналитические методы решения плановых задач гидравлики в настоящее время известны для узкого класса задач. К таким задачам относятся: радиальное растекание потока из изолированного источника по гладкой горизонтальной плоскости [3]; свободное растекание бурного потока из трубы прямоугольного сечения в широкое горизонтальное русло без учета сил трения [5]. Задача свободного растекания бурного потока без учета сил трения была решена с помощью перехода в плоскость годографа скорости [5].

Численными методами, в частности, с использованием метода характеристик [6], решаются существенно более широкие классы типовых задач: течение потока вдоль выпуклой стенки; обтекание тупого выпуклого угла; обтекание тупого вогнутого угла; обтекание вогнутой криволинейной поверхности; задача взаимодействия центрированных волн расширяющегося быстрого потока; задача пересечения и взаимодействия косых волн с твердыми стенками и волнами расширения.

Для приведенных схем растекания бурных потоков (рисунки 2, а-г) численные методы расчета позволяют определять как крайние линии тока, так и линии схода косых гидравлических прыжков, а также глу-

бины и скорости потока, как в зоне свободного растекания, так и за линией фронта косых гидравлических прыжков.

Следует отметить, в настоящее время в Датском Гидрологическом институте созданы пакеты программ «Mike 1», «Mike 2» для решения широкого класса плановых задач гидравлики, однако их применение осложняется непрозрачностью методов решения, используемых в данных пакетах и сравнительно высокой их стоимостью. Известны также пакеты для решения плановых задач «Мост» и «Бор», разработанные в ЦНИИС [2].

В случае наличия сбойных течений (рисунок 2, д) параметры потока в настоящее время определяются лишь экспериментально. Неизвестны решения двумерных плановых задач для криволинейных русел. Также неизвестно решение нестационарной задачи растекания бурного потока в нижнем бьефе гидросооружений.

Существенной сложностью при исследовании растекания параметров бурного потока в широкое русло является недостаточная изученность параметров потока в трубе. Согласно экспериментальным исследованиям И. А. Шеренкова [7] и Б. Т. Емцева [3] бурный поток на выходе из прямоугольной трубы близок к равномерному, однако этот вопрос требует дополнительного изучения. Предполагается провести исследования параметров потока в трубе на основе планирования эксперимента [8], как для труб прямоугольного, так и круглого сечения.

Рассмотрим подробнее двумерные плановые задачи, решения которых находятся аналитическими методами. Система уравнений движения потенциального потока воды в плоскости годографа скорости имеет вид [9]:

$$\begin{cases} \frac{\partial \varphi}{\partial \theta} = \frac{2h_0}{H_0} \frac{\tau}{1-\tau} \frac{\partial \psi}{\partial \tau}, \\ \frac{\partial \varphi}{\partial \tau} = \frac{h_0}{2H_0} \frac{3\tau-1}{\tau(1-\tau)^2} \frac{\partial \psi}{\partial \theta}, \end{cases} \quad (1)$$

где h_0 – значение глубины потока в некоторой характерной точке при минимальном τ_0 ;

H_0 – полный гидродинамический напор потока;

$\varphi = \varphi(\tau; \theta)$ – потенциальная функция;

$\psi = \psi(\tau; \theta)$ – функция тока;

$\tau = V^2/(2gH_0)$ – скоростной коэффициент потока;

θ – угол между вектором скорости и осью симметрии потока.

В работах [5, 9] была поставлена и решена задача определения параметров потока при свободном растекании из прямоугольной трубы в широкое горизонтальное русло без учета сил трения. Графическое изображение крайней линии тока (границы растекания потока) представлено на рисунке 4.

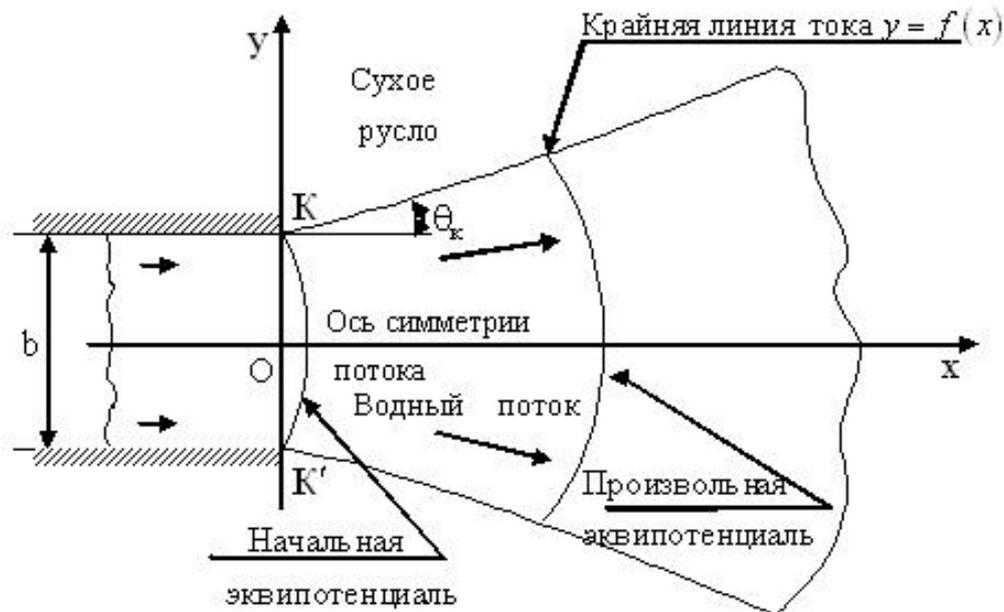


Рисунок 4 – План растекания потока

В [5] уравнение крайней линии тока получено в параметрической форме:

$$\begin{cases} x = \frac{Ah_0}{2\sqrt{2gH_0^3}} \cdot \left[\frac{1+\tau}{\tau(1-\tau)} - \ln \frac{\tau_K(1-\tau)}{\tau(1-\tau_K)} - \frac{1+\tau_K}{\tau_K(1-\tau_K)} + \frac{2\sin^2 \theta_{\max}(\tau_K - \tau)}{(1-\tau_K) \cdot (1-\tau)} \right]; \\ y = \frac{b}{2} + \frac{Ah_0 \sin \theta_{\max}}{H_0 \sqrt{2gH_0}} \cdot \left[\frac{\cos \theta}{\tau^{1/2}(1-\tau)} - \frac{\cos \theta_K}{\tau_K^{1/2}(1-\tau_K)} \right]. \end{cases}, (2)$$

где x, y – координаты крайней линии тока;

V – модуль вектора скорости жидкой частицы;

g – ускорение силы тяжести;

V_0 – модуль скорости потока на его выходе из трубы в отводящее русло;

b – ширина трубы;
 θ_{\max} – угол между вектором скорости и осью симметрии потока ОХ на бесконечности;

τ_K, θ_K – значения параметров потока τ, θ в точке «К»;
 $A = V_0 b / (2 \sin \theta_{\max})$.

Однако полученное решение для крайней линии тока в целом не лишено недостатков. В точке «К» имеет место разрыв по параметрам потока, а именно: на выходе потока из трубы угол $\theta = 0$ а в точке «К» согласно теории в [2] $\theta \neq 0$; переменная « τ » на выходе потока из трубы на оси плана течения равна τ_0 , а в точке «К» переменная « τ » равна $1 > \tau_K > \tau_0 > 1/3$.

Не смотря на то, что, как показывают эксперименты по исследованию свободного растекания потока [9], линия тока (2) в окрестности выхода потока из трубы в отводящее русло до расширения $\beta = B/b = 7$ имеет хорошую адекватность по геометрическим параметрам, систему уравнений (1) можно заменить с помощью аналитических исследований кривой

$$y = f(x), \text{ такой, что } f'_x(0) = 0, y(0) = b/2 \text{ и } y'_x \rightarrow \operatorname{tg} \theta_{\max}, \text{ при } x \rightarrow \infty \quad (3)$$

Кривая (3) не имеет разрыва по параметрам потока, кроме того, она будет представлена в более простом виде, чем кривая (2), что удобно при решении прикладных задач.

В качестве крайней линии тока, удовлетворяющей вышеуказанным условиям, предлагается следующая зависимость:

$$y = \sqrt{b^2 + \operatorname{tg}^2 \theta_{\max} x^2}. \quad (4)$$

Можно показать, что кривая (4) удовлетворяет условиям (3).

В работе [10] было показано, что рассогласование моделей (2) и (4) не превосходит 3 %. На рисунке 5 для наглядности приведены графики кривых (1), (3) в сравнении их с экспериментом при различных условиях выхода потока из трубы, т.е. различных значениях b, V_0, h_0 .

Опыт № 1. $b = 16$ см; $V_0 = 148$ см/с; $h_0 = 9,27$ см; $Fr_0 = 2,397$.

В результате сравнения этих кривых для теоретических моделей (2) и (4) с данными эксперимента был получен следующий вывод:

- при значениях Fr_0 от 1,5 до 5 и h_0/b в пределах $[0,2; 0]$ относительное рассогласование не превосходит 3 %.

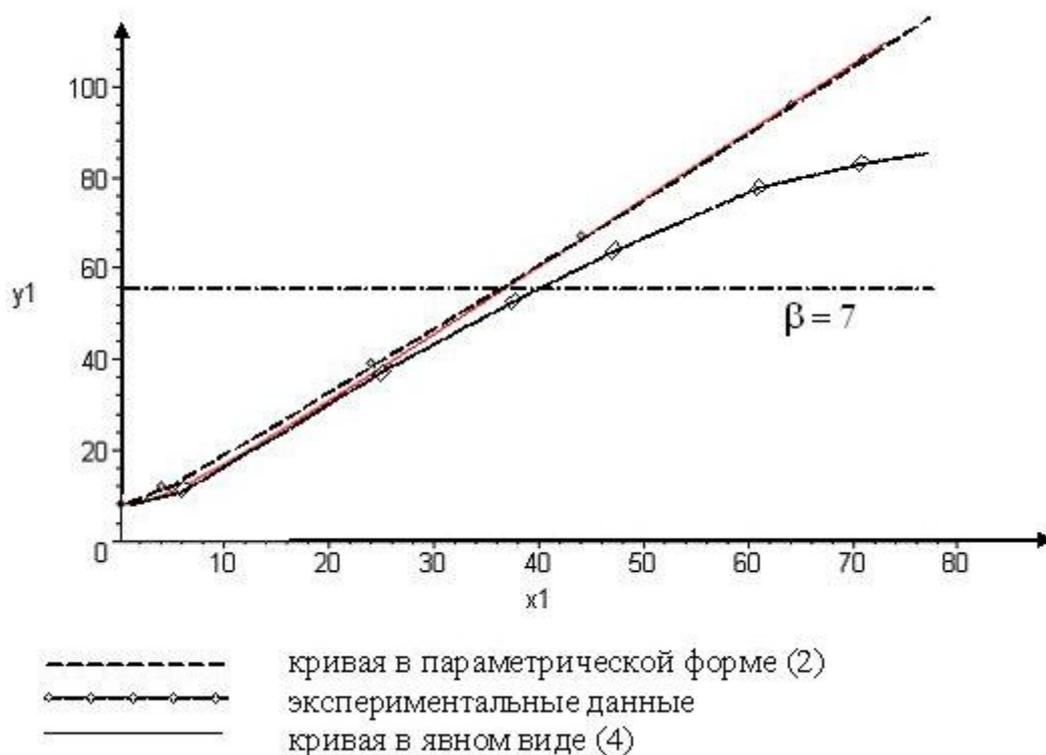


Рисунок 5 – Сопоставление модельных кривых крайней линии тока (2) и (4) при различных условиях выхода потока из трубы

Этот вывод и результаты сравнения экспериментальных и модельных (2, 4) крайних линий тока позволяют рекомендовать уравнение (4) в качестве основного и упрощенного для расчета границ области растекания потока в безнапорном режиме.

Список использованных источников

1 Справочник по гидравлике / под ред. В. А. Большакова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1984. – 343 с.

2 Пособие по гидравлическим расчетам малых водопропускных сооружений / под ред. Г. Я. Волченкова. – М.: Транспорт, 1992. – 408 с.

3 Емцев, Б. Т. Двухмерные бурные потоки: монография / Б. Т. Емцев – М.: Энергия, 1967. – 212 с.

4 Цивин, М. Н. Новый подход к проблеме гашения избыточной кинетической энергии за трубчатыми водосбросами / М. Н. Цивин //

Гидравлика и гидротехника: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – Вып. 59. – 1998. – С. 85-89.

5 Мицик, М. Ф. Метод с использованием годографа скорости применительно к расчету параметров бурного двухмерного потока / М. Ф. Мицик, Н. В. Косиченко, М. А. Лемешко // Математическое и компьютерное моделирование естественнонаучных и социальных проблем: сб. ст. IV Междунар. науч.-техн. конф. молодых специалистов, аспирантов и студентов. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2010. – С. 130-141.

6 Есин, А. И. Задачи технической механики жидкости в естественных координатах / А. И. Есин // ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2003. – 144 с.

7 Шеренков, И. А. О плановой задаче растекания струи бурного потока несжимаемой жидкости / И. А. Шеренков // Изв. АН СССР. ОТН. – 1958. – № 1. – С. 72-78.

8 Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий: монография / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 139 с.

9 Моделирование одномерных и двухмерных открытых водных потоков: монография / В. Н. Коханенко и [др.]; под общей ред. В. Н. Коханенко. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2007. – 168 с.

10 Дуванская, Е. В. Аппроксимация крайней линии тока в задаче свободного растекания бурного потока за водопропускной трубой / Е. В. Дуванская, В. Н. Коханенко, М. Ф. Мицик // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2010. – № 6. – С. 90-94.

УДК 626.823.004.58:626.8.003.12

Е. А. Савенкова (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДОНСКОГО МАГИСТРАЛЬНОГО КАНАЛА

В статье представлен краткий анализ современного технического состояния Донского магистрального канала. Указаны характеристики канала, его назначение. Рассмотрены дефекты и повреждения канала и сооружений на нем, которые были определены в процессе обследования и по результатам годовых отчетов.

В процессе развития орошения в России площадь орошаемых земель достигла своего максимума в 1990 г., составив 6,3 млн га,

в последующие годы, в связи с износом части оросительных систем, она уменьшилась и составила в 2008 году 4,43 млн га, сегодня в работоспособном состоянии находится менее 2 млн га, а поливается только около 0,4 млн га [1]. Возникшая ситуация принесла сокращение выработки сельскохозяйственной продукции на орошаемых землях, что привело к необходимости ее закупки за рубежом. А отсюда и недофинансирование содержания мелиоративных систем, в том числе и магистральных каналов.

Недофинансирование содержания магистральных каналов приводит к низкому техническому состоянию канала и сооружений на нем, что может стать причиной проявления отказов канала. Отказ канала происходит в результате размыва и разрушения дна и откосов канала; обрушения и оползания откосов; заиления; недопустимой фильтрации; разрушения сооружений на канале; перелива воды через бровки канала; изменения шероховатости (гидравлического сопротивления); зарастания и др. [2]. В результате этих воздействий параметры канала отклоняются от проектных значений. Эти отклонения иногда могут быть настолько значительными, что дальнейшая эксплуатация канала становится невозможной или нерентабельной.

Средний возраст каналов мелиоративного назначения, находящихся в ведении Минсельхоза России составляет 40-50 и более лет, в связи с чем многие из них (более 50 %) требуют реконструкции, ремонта и модернизации. Такое низкое техническое состояние объясняется, в основном, нарушением системы технического обслуживания и ремонта каналов и сооружений, в результате чего появилась высокая вероятность чрезвычайных ситуаций (подтопление и заболачивание территории, прорыв бортов канала и т.д.).

Основы орошения Ростовской области составляет река Дон с зарегулированным в 1952 году Цимлянским водохранилищем. Донской магистральный канал (ДМК) начинается от нижнего бьефа Цимлянского водохранилища и проходит по левобережной, второй надпойменной террасе реки Дон. Общая длина ДМК составляет 112 км, расход в голове 250 м³/с.

Строительство ДМК осуществлялось по очередям. В 1952 году в качестве объектов первоочередного строительства были закончены и введены в эксплуатацию: головное водозаборное сооружение, участок магистрального канала до тоннеля, длиной 30,6 км. Остальная

часть ДМК с сооружениями на нем была построена позже. Донской магистральный канал введен в эксплуатацию в 1958 г. Всего на Донском канале построены 73 гидротехнических сооружения, в т.ч. тоннель длиной 6 км, дюкер на 110 м³/с.

Донской магистральный канал комплексного назначения (служит для орошения, обводнения и сельхозводоснабжения) в настоящее время подает воду на орошение сельхозкультур на площади 163,10 тыс. га, в том числе 32,76 тыс. га рисовых севооборотов, и обводнение 525 тыс. га сельхозугодий. Кроме этого, по каналу вода поступает для хозяйственно-питьевого водоснабжения с населением более 200 тыс. и рыбного хозяйства.

Из ДМК вода подается на орошение в 4 магистральных канала (Нижне-Донской, Багаевский, Верхне-Сальский и Пролетарский), кроме того, из Веселовского водохранилища, подпитываемого донской водой по ДМК, забирает воду Азовский магистральный канал.

Поддержание ДМК с сооружениями, а также магистральной и распределительной сети канала в технически исправном состоянии, обеспечение бесперебойной подачи воды и повышение оперативности и точности водораспределения является важной задачей службы эксплуатации канала.

Оценку технического состояния и уровня безопасности канала можно определить по методике ФГБНУ «РосНИИПМ», представленной в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Количественные показатели и оценка технического состояния канала и уровня безопасности

Техническое состояние	Нормальное	Удовлетворительное	Не вполне удовлетворительное	Неудовлетворительное
Процент физического износа	До 10 %	От 10 % до 15 %	От 16 % до 20 %	Более 20 %
Затраты на ремонтные работы от восстановительной стоимости	10-15 % (текущий ремонт)	20-30 % (текущие ремонты и выборочные капитальные ремонты)	30-40 % (комплексный капитальный ремонт)	50-70 % (реконструкция)
КПД канала	0,9-0,97	0,85-0,89	0,80-0,84	0,70-0,79
Уровень безопасности	Нормальный	Пониженный	Неудовлетворительный	Опасный (критический)

За период эксплуатации дамбы канала оплыли и заросли древесной растительностью до уреза воды, на отдельных участках откосы канала разуплотнились и фильтруют воду, о чем говорят заросли камыша в основании дамб.

На протяжении 4 км, в районе н.п. Комаров наблюдаются большие фильтрационные потери и подтопление приканальных участков (как показали материалы изысканий, это происходит за счет погребенного под дамбами растительного грунта), техническое состояние этих участков оценивается как неудовлетворительное.

Большие потери воды наблюдались на водовыпускных сооружениях в хозяйственную оросительную сеть, которые забирали воду расходом 0,2-0,5 м³/с из ДМК. В неудовлетворительном состоянии находятся и отводящие каналы от ливнепроводящих сооружений, они частично размывты и повсеместно заросли древесной растительностью и камышом.

Лесные полосы вдоль Донского магистрального канала были созданы в 1961-1968 годах, т.е. приближаются к 50-летнему рубежу. За истекший период, в фазе наиболее оптимального возраста, они оправдали свое назначение (защита канала от засорения наносами, снижение скорости ветра и соответственно разрушительного воздействия ветровых волн на откосы, уменьшение испарения с водной поверхности канала), но за последние 15 лет никакие эксплуатационные мероприятия по лесопосадкам не проводились.

Лесополосы сильно заросли и замусорены как естественной отмершей растительностью, так и бытовым мусором.

В неудовлетворительном состоянии находятся металлоконструкции рабочих затворов, электроподъемного оборудования и винтовых подъемников всех головных водозаборов ДМК, они выработали свой ресурс, морально и физически устарели и требуют технического перевооружения и реконструкции с учетом современных требований эксплуатации.

Техническое состояние ДМК определялось по коэффициенту полезного действия канала (КПД = 0,85) в соответствии с таблицей 1 и дефектам, которые были ранее указаны. Современное техническое состояние ДМК в целом оценивается как удовлетворительное.

Список использованных источников

1 Полад-Заде, П. А. Открытое письмо Д. А. Медведеву / П. А. Полад-Заде, А. А. Виксне, Б. М. Кизяев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2009. – № 5. – С. 2.

2 Щедрин, В. Н. Эксплуатационная надежность оросительных систем / В. Н. Щедрин, Ю. М. Косиченко, А. В. Колганов. – Ростов н/Д.: СКНЦ ВШ, 2004. – 388 с.

3 Косиченко, Ю. М. Современное техническое состояние и уровень безопасности Донского и Пролетарского магистральных каналов / Ю. М. Косиченко, Е. И. Шкуланов, Г. Л. Лобанов // Инновационные технологии повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ГНУ ПНИИЭМТ. – Волгоград, 2010. – С. 239-243

УДК 627.8.034.71

Д. А. Чернова (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

О ВЫБОРЕ МЕТОДА РАСЧЕТА ТРАНСПОРТА НАНОСОВ В РУСЛАХ МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ

В статье рассмотрены основные методы расчета транспортирующей способности потока и размывающей скорости. Проанализированы формулы, получившие широкое применение в гидротехнической практике и наиболее соответствующие физической природе процесса.

Важнейшим моментом обеспечения гидравлической эффективности мелиоративных каналов является соблюдение в процессе их эксплуатации проектного наносного режима. Выполнение данной задачи осуществляется на основе расчета транспорта наносов в русле, или транспортирующей способности потока, и установление величины размывающей скорости потока.

К решению первой задачи впервые обратились А. Брамс и В. Эри в 1853 г. На сегодняшний день расчет транспорта наносов осуществляется на основе следующих пяти моделей с использованием около 200 формул [1]:

1 Учет касательных напряжений на дне потока. Результаты здесь получены следующими исследователями Шилдс А., Майер-Петер Е. [2], Егиазаров И. В. [3, 4], Гришанин К. В. [5], Ибад-Заде Ю. А. Наибольшее применение в проектной практике для широких безгрядовых русел получила модифицированная формула И. В. Егиазарова:

$$q_T = 24 \cdot q \cdot \sqrt{i} \cdot \left(\frac{R \cdot i}{1,6 \cdot f_0 \cdot d} - 1 \right), \text{ кг/с}\cdot\text{м}, \quad (1)$$

где q_T – удельный расход придонных наносов, кг/с·м;

q – заданный удельный расход воды, м³/с·м;

i – уклон свободной поверхности потока;

R – гидравлический радиус, м;

f_0 – коэффициент сопротивления подвижного русла;

d – диаметр наносов, находящихся в движении при заданном расходе, м.

2 Рассмотрение функциональной зависимости удельного расхода придонных наносов от удельного расхода воды и гидравлического уклона потока. На основе этой концепции были получены формулы Егиазарова И. В. [3, 4], Майер-Петер Е. [2], Гилберт Г. К. и др. В этом случае наибольшее распространение в проектной практике получила формула Майер-Петера:

$$q_T = a \cdot i^{1,5} \left(q^{\frac{2}{3}} - \frac{b \cdot d}{i} \right), \text{ кг/с}\cdot\text{м}, \quad (2)$$

где a и b – численные параметры;

i – уклон свободной поверхности потока;

q – заданный удельный расход воды, м³/с·м;

d – диаметр наносов, м.

3 Учет пропорциональности расхода наносов их концентрации в потоке и скорости их перемещения. При этом скорость перемещения наносов принимается пропорциональной разности средней по сечению действительной скорости – V и неразмывающей его скорости – $V_{\text{НЕРАЗ.}}$, а концентрация наносов пропорциональной кубу отношения этих скоростей – $\left(\frac{V}{V_{\text{НЕРАЗ.}}} \right)^3$.

Наибольшее распространение в проектной практике в этом случае получила формула В. Н. Гончарова [6]:

$$q_T = 1,2 \cdot (1 + f) \cdot V_{\text{НЕРАЗ.}} \cdot d \cdot \left(\frac{V}{V_{\text{НЕРАЗ.}}} \right)^{4,33}, \text{ кг/с}\cdot\text{м}, \quad (3)$$

где f – параметр турбулентности поведения частиц наносов в воде (при $d > 1$ мм, $f = 1$).

К. В. Гришаниным на основе натуральных данных размеров частиц и скорости движения песчаных гряд получена формула определения твердого расхода [5]:

$$q_T = 0,015 \cdot \left(\frac{V}{V_{\text{НЕРАЗ.}}} \right)^3 \cdot d \cdot (V - V_{\text{НЕРАЗ.}}), \text{ кг/с}\cdot\text{м}, \quad (4)$$

где d – диаметр частиц наносов, м.

И. Ф. Карасёв [7] получил формулу определения расхода донных наносов путем введения вероятностных критериев срыва частиц – η_c , полученных на основе предположения о нормальном законе распределения пульсаций гидродинамических сил, а также с учетом пульсации скорости течения – c и гидродинамических сил:

$$q_T = 16 \cdot \frac{\gamma \cdot d \cdot c^2 \cdot V \cdot (V - V_{\text{НЕРАЗ.}})}{(\gamma_T - \gamma) \cdot g^2 \cdot h} \cdot \eta, \text{ кг/с}\cdot\text{м}. \quad (5)$$

Караушевым А. В. [8] и Романовским В. В. [9] получена зависимость расхода донных наносов:

$$q_T = 0,01 \cdot \rho_{\text{отл.}} \cdot d \cdot \left(\frac{V}{V_{\text{НЕРАЗ.}}} \right)^3 \cdot a \cdot \left(V - V_{\text{НЕРАЗ.}} \cdot \sqrt{\frac{f}{f_0}} \right), \text{ кг/с}\cdot\text{м}. \quad (6)$$

4 Рассмотрение движения влекомых наносов в виде донных образований. В этом случае определение расхода наносов представляет собой расчет параметров гряд. Осуществляется это в основном по эмпирическим формулам, из которых наибольшее распространение в проектной практике получила формула В. Н. Гончарова [6]:

$$q_T = 0,55 \cdot h_T \cdot c_T, \text{ кг/с}\cdot\text{м}, \quad (7)$$

где h_T – высота гряды, м;

c_T – скорость перемещения гряд, м/с.

5 Определение расхода наносов на основе использования аппарата математической статистики, когда учитывается случайный характер перемещения твердых частиц. Впервые в расчетах расхода наносов вероятность отрыва частицы от дна применил Г. А. Эйнштейн, который сделал статистический анализ скачкообразного движения однородных камней [10]. Формула, предложенная Г. А. Эйнштейном имеет вид:

$$q_T = \Phi \cdot \rho_r \cdot g^{1,5} \cdot \left(\frac{\rho_r - \rho}{\rho} \right)^{0,5}, \text{ кг/с}\cdot\text{м}, \quad (8)$$

где Φ – интенсивность транспорта частиц данной фракции, безразмерная функция связанная с вероятностью отрыва частиц от дна;

ρ_r – плотность материала частиц, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

ρ – плотность жидкости потока кг/м³.

М. А. Великанов развил идею Г. А. Эйнштейна о вероятностном подходе к расчету расхода наносов и разработал вероятностный метод расчета скачкообразного движения наносов [11]. Он же ввел в рассмотрение и вероятность невыпадения частицы на дно в течение определенного интервала времени и определил ее методами теории вероятностей, как вероятность неравенства $v > w$ при нормальном законе распределения вертикальной скорости частиц жидкости. При выводе формулы, лучше отвечающей экспериментальным данным, чем зависимость Г. А. Эйнштейна, он рассмотрел две вероятности: вероятность того, что частица, лежащая на дне, в течение времени Δt будет поднята и унесена потоком, и вероятность того, что поднятая частица не упадет на дно в течение времени Δt . Полученная формула имеет вид:

$$q_T = k \cdot d \cdot V_H \cdot F(m, n), \text{ кг/с}\cdot\text{м}, \quad (9)$$

где k – опытный коэффициент, зависящий от формы частиц;

V_H – скорость потока у дна;

m – коэффициент, определяемый по формуле:

$$m = \frac{k \cdot \sqrt{g \cdot d} - V_H}{\sigma_v}; \quad n = \frac{u}{\sigma_v}, \quad (10)$$

где σ_v – среднее квадратичное значение продольной скорости потока;

$F(m, n)$ – функция, определяется по зависимости:

$$F(m, n) = \frac{[1 - 2 \cdot \Phi(\mu)] \cdot [1 - 2 \cdot \Phi(v)]}{1 + \Phi(v)}, \quad (11)$$

где $\Phi(\mu)$ и $\Phi(v)$ – вероятности, определяются по таблицам интервалов вероятности $\Phi(x)$.

Путем применения теории выбросов случайных процессов для определения статистических параметров турбулентных возмущений, осуществляющих срыв, взвешивание и перемещение наносов, А. В. Магомедовой была предложена зависимость расчета предельного расхода руслоформирующих наносов [12]:

$$q_T = q_{\text{дон}} \cdot \left(1 + \varepsilon_B \cdot \nu_B \cdot t_{\text{BT}} \cdot \frac{V_{\text{BT}}}{V_{\text{дон}}} \right), \text{ кг/с}\cdot\text{м}, \quad (12)$$

где $q_{\text{дон}}$ – удельный расход придонных наносов на единице ширины потока, кг/с·м;

ε_B – вероятность взвешивания частиц грунта;

ν_B – частота взвешивающих турбулентных возмущений;

t_{BT} – средняя длительность переноса взвешенных наносов, с;

V_{BT} – средняя продольная скорость взвешенных наносов, м/с;

$V_{\text{дон}}$ – средняя продольная скорость транспортируемых в придонной области частиц.

Модель пятая в наибольшей мере соответствует физической природе процесса транспорта придонных наносов и лучше согласуется с экспериментальными и натурными данными.

Решению второй задачи по определению значения размывающей скорости потока также посвящено большое количество работ, в которых рассматриваются две возможные физические схемы: размыв наносов с образованием отмытки и без ее образования. Следует отметить, что при промыве русел малых рек, формирование отмытки является весьма желательным, так как этот фактор придает объекту воздействия его естественные экологические черты, минимизируя негативное воздействие промыва на флору и фауну водотока.

В. Н. Гончаров, А. М. Латышенков, Л. Л. Лиштван, И. Я. Орлов, Б. И. Студеничников, Г. И. Шамов и др. авторы одночленных формул расчета размывающей скорости выражают крупность размываемых наносных отложений средним диаметром их частиц, который не отражает ни наибольшую, ни наименьшую крупность наносов. В. С. Лапшенков выполнил сравнительный анализ результатов расчета размывающей скорости по этим формулам [13]. Наиболее осторожный результат, исключающий срыв отмытки, получен в этом случае по формуле В. Н. Гончарова [6]:

$$V_{\text{ПАЗ.}} = 3,9 \cdot d^{0,3} \cdot H^{0,2}, \quad (13)$$

где d – средний диаметр наносных частиц, м;

H – глубина потока, м.

Дальнейшие разработки позволили получить В. Н. Гончарову более совершенную зависимость [14], где присутствуют характерные параметры кривой фракционного состава наносов:

$$V_{\text{ПАЗ.}} = \left(\lg \frac{8,8 \cdot H}{d_5} \right) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g}{1,75 \cdot \rho_B} \cdot [(\rho_H - \rho_B) \cdot d_{\text{CP}}]}, \quad (14)$$

где H – глубина потока, м;

d_5 – диаметр на кривой фракционного состава наносных частиц, менее которых содержится 5 % состава смеси по весу, м;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

ρ_B и ρ_H – соответственно плотность воды и частиц наносов, т/м³;

d_{CP} – средний диаметр наносных частиц, м.

Ц. Е. Мирцхулавой получена зависимость для определения размывающей скорости в искусственных и естественных руслах с учетом сил связности мелкозернистых частиц [15].

$$V_{\text{ПАЗ.}} = \left(\lg \frac{8,8 \cdot H}{d_5} \right) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot m}{1,3 \cdot \rho_B \cdot n} \cdot [(\rho_H - \rho_B) \cdot d_{\text{CP}}] + 1,25 C_v^H}, \quad (15)$$

где H – глубина потока, м;

d_5 – диаметр на кривой фракционного состава наносных частиц, менее которых содержится 5 % состава смеси по весу, м;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

m – коэффициент условий работы, значения его изменяются в пределах 0,6-1,6 и зависят от категории канала, наличия в воде наносов, растительности и искривленности оси канала (для прямолинейного канала $m = 1,0$);

n – коэффициент перегрузки, учитывающий пульсационный характер скоростей ($n = 1 + d/0,0005 + 0,3 \cdot d$);

ρ_B и ρ_H – соответственно плотность воды и частиц наносов, т/м³;

d_{CP} – средний диаметр наносных частиц, м;

C_v^H – предел усталости разрыва связных грунтов (по экспериментальным данным $C_v^H = d \cdot 175 \cdot 10 - 10$).

Таким образом, анализ существующих разработок свидетельствует о том, что в естественных условиях транспорт придонных наносов водным потоком осуществляется в форме скольжения, качения по дну или скачкообразного движения с образованием волнообразного рельефа речного русла в виде гряд. При этом согласно четвертой модели наиболее масштабные перемещения наносов осуществляются в виде волнообразных поверхностей, образование которых происходит на разделе двух сред, движущихся с различными скоростями, например: воздуха и воды в открытом водоёме, воды и наносов в придонной части русла. Гряды образуются из подвижных наносов под воздействием периодических пульсаций при турбулентном движении водных масс. Последнее можно обеспечить специальными устройствами для промыва русел, путем создания расчетных размывающих скоростей, значение которых определяются по зависимостям (14) и (15).

Список использованных источников

1 Немчинов, К. В. Влияние эффекта взаимодействия руслового и пойменного потоков на транспорт наносов в основном русле: дис. ... канд. географ. наук: 25.00.27 / Немчинов Константин Витальевич. – Санкт-Петербург, 2004. – 173 с.

2 Mayer-Peter E. R. Muller. Formula for bed-load transport / E. Mayer-Peter and R. Muller. – Intern. Assoc. Hydr. Struct. Res. 1948. – Vol. 3. – P. 39-64.

3 Егиазаров, И. В. О расходе влекомых наносов / И. В. Егиазаров // Изв. АН СССР. – 1949. – Т. 2. – № 5. – С. 321-328.

4 Егиазаров, И. В. Сопоставление методов расчета расхода наносов с измерениями в натуре / И. В. Егиазаров // Методы измерения и использования водных ресурсов: сб. науч. тр. – М.: Наука 1964. – С. 5-23.

5 Гришанин, К. В. Динамика русловых потоков / К. В. Гришанин. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 428 с.

6 Гончаров, В. Н. Основы динамики русловых потоков / В. Н. Гончаров. – Л.: Гидрометеиздат, 1954. – 453 с.

7 Карасёв, И. Ф. Русловые процессы при переброске стока / И. Ф. Карасёв. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 287 с.

8 Караушев, А. В. Теория и методы расчета речных наносов / А. В. Караушев. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 272 с.

9 Романовский, В. В. Изучение скорости крупных наносов / В. В. Романовский // Тр. ГГИ. – 1966. – Вып. 132. – С. 90-109.

10 Einstein, H. A. / The bed-load function for sediment transportation in open channel flows / H. A. Einstein // U. S. Dept. Agriculture Soil Cons. Serv. Techn. Bull, 1950. – P. 113-118.

11 Великанов, М. А. Вероятностный метод расчета скачкообразного движения наносов / М. А. Великанов // Результаты комплексных исследований по Севанской проблеме. Русловые процессы / АН АССР. – Ереван, 1961. – С. 97-108.

12 Магомедова, А. В. О расчете транспорта придонных наносов волновым потоком / А. В. Магомедова // Гидротехническое строительство. – 1991. – № 7. – С. 20-22.

13 Курсовое и дипломное проектирование по гидротехническим сооружениям: учебник / В. С. Лапшенков [и др.]; под ред. В. С. Лапшенкова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 448 с.

14 Гончаров, В. Н. Динамика русловых процессов / В. Н. Гончаров. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 373 с.

15 Мирцхулава, Ц. Е. Размыв русел и методика оценки их устойчивости / Ц. Е. Мирцхулава. – М.: Колос, 1967. – 230 с.

УДК 626/627.003.12:627.8.059.2

Е. И. Шкуланов, А. М. Кореновский (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗА РИСКА АВАРИЙ МЕЛИОРАТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ЕГО ОЦЕНКА

В статье, с позиций системного подхода, теории надежности и теории вероятности, приводится порядок проведения анализа риска аварий мелиоративных сооружений. На основе всестороннего анализа представлены задачи и этапы анализа риска мелиоративных объектов. представлены важнейшие выводы по вопросам проведения анализа риска.

Анализ риска аварий на опасных водных мелиоративных объектах является составной частью управления их безопасностью. Анализ риска заключается в систематическом использовании всей доступной информации для идентификации опасностей и оценки риска возможных нежелательных аварийных событий. Достоверность анализа риска аварии, его снижение, в основном, зависит от полученной информации, к которой предъявляются следующие требования: должна

быть ее полнота, достоверность, однородность, дискретность, своевременность.

По версии Международной комиссии по большим плотинам (ICOLD), под риском аварии на гидротехническом сооружении понимается «мера вероятности» и тяжести негативных эффектов для жизни, здоровья, собственности или состояния окружающей среды» [1].

Снижение рисков аварий и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) является одной из важнейших проблем, входящих в сферу обеспечения национальной безопасности и устойчивого развития страны.

До недавнего времени Правительством РФ основное внимание уделялось ликвидации последствий стихийных бедствий и антропогенных катастроф, т.е. оперативному реагированию на ЧС, что требовало больших затрат на ликвидацию ущерба и в то же время не всегда способствовало снижению рисков появления чрезвычайных ситуаций и обеспечению безопасности населению.

В настоящее время доминируют новые подходы к противодействию чрезвычайных ситуаций, направленные на реализацию научно обоснованной и экономически оправданной системы превентивных мер по предупреждению стихийных бедствий и предотвращению техногенных катастроф.

Система превентивных мер предусматривает осуществление ряда мероприятий научного, научно-организационного и экономического характера, включающие в себя: совершенствование и развитие системы мониторинга, прогнозирование и оценка природного и техногенного риска, районирование территории по степени рисков от чрезвычайных ситуаций, создание единой системы информационного обеспечения управления риском и многое другое. Осуществление этих мер регламентируется Федеральным законом «О безопасности гидротехнических сооружений» (№ 117-ФЗ от 21.07.1997 г.) [2]. Действия закона распространяются на все гидротехнические сооружения, аварии на которых могут создать чрезвычайные ситуации, сопровождающиеся человеческими жертвами, ущербом здоровью, окружающей среде и значительными материальными убытками. К таким сооружениям относятся следующие мелиоративные сооружения: водохранилищные гидроузлы, водозаборные сооружения, водосбросные,

водопрпускные сооружения, туннели, каналы, насосные станции, сооружения инженерной защиты.

В числе превентивных мер, предусмотренных законом и способствующих снижению риска аварий, является составление декларации безопасности гидротехнических сооружений, подготовка материалов для Российского регистра и разработка нормативно-методических документов для реализации различных статей закона.

Декларация безопасности является основным документом, содержащим (в соответствии со статьей 10 Закона) сведения о соответствии гидротехнического сооружения критериями безопасности. Последние определяются в Законе как предельные значения показателей состояния гидротехнического сооружения и условий его эксплуатации, соответствующие допустимому уровню риска аварий гидротехнического сооружения. Эти показатели утверждаются федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими надзор за безопасностью гидротехнических сооружений. Так же Законом предусмотрено обновление критериев безопасности, включая оценку уровня риска аварий и установление его допустимого значения, повышение требований к оснащению сооружений контрольно-измерительной аппаратурой, плановые обследования сооружений и многое другое.

Оценка риска в декларации основывается на анализе факторов безопасности, однако информация об этих факторах, как показала практика, в основном, имеет качественный характер и, по мнению ряда специалистов, недостаточна для количественной оценки риска.

Основными задачами при анализе риска являются:

- получение объективной информации о состоянии ГТС;
- получение сведений о наиболее опасных «слабых» местах ГТС, с точки зрения работоспособности и безопасности;
- разработка обоснованных рекомендаций по уменьшению риска аварий.

При анализе риска различают следующие основные этапы:

- планирование и организация работы;
- идентификация опасности;
- оценка риска;
- разработка рекомендаций по уменьшению риска аварий.

На этапе планирования и организации работ определяются причины и проблемы, вызвавшие необходимость проведения анализа

риска аварии водного объекта и дается его общее описание. Подбирается группа специалистов для проведения анализа риска, которые определяют цели и задачи проводимого анализа, обосновывают методы анализа и критерии приемлемого риска аварии водного объекта.

При идентификации опасностей определяются элементы, технические устройства, технологические процессы, требующие наиболее серьезного анализа. Результатом идентификации опасностей являются: перечень нежелательных событий (их сценариев) и условий их возникновения, описание источников опасности и факторов риска, предварительная оценка опасностей и риска. Идентификация опасностей завершается одним из следующих действий: решением прекратить дальнейший анализ или решением о проведении более детального анализа опасности и оценки риска, выработкой предварительных рекомендаций по уменьшению опасности.

Проблема анализа и количественной оценки риска ГТС впервые была поднята в 70-х годах XX века. Особая активность к рассмотрению вопросов по риску аварий проявлялась, начиная с 90-х годов прошлого столетия. В этот период были проведены множество международных семинаров и конгрессов, организованных ICOLD (ЮАР, Италия, Китай [3, 4, 5]) посвященных оценке безопасности плотин.

При оценке риска ставятся следующие задачи:

- определение частот возникновения событий инициирующих опасную (аварийную) ситуацию на ГТС;
- оценка последствий возникновения нежелательных событий;
- обобщение оценок риска.

Для определения частоты инициирующих и аварийных событий (ситуаций) используются: статистические данные по аварийности и надежности, логические методы анализа (древа событий, древа отказов), имитационные модели, экспертные оценки.

Комитет по безопасности плотин ICOLD рекомендует оценивать риск в виде математического ожидания последствий реализации нежелательного события (как произведение вероятности отрицательного события на математическое ожидание величины его последствий) или в виде определенной комбинации (сценария) вероятностей реализации и связанных с ним последствий. Таким образом, риск зависит от вероятности аварии сооружения и от ее последствий и нередко

представляет собой существенную величину, даже если вероятность события очень мала.

Впервые в 2004 году в отечественной практике был введен СНиП 33-01-2003 [6] в который включены допускаемые количественные значения вероятностей (риск) возникновения аварий на сооружениях I-III классов, создающих напорный фронт.

Задача проектировщиков заключается в том, чтобы обеспечить после ввода водного объекта в эксплуатацию их соответствие требованиям безопасности. Традиционный подход к решению этой задачи основан преимущественно на детерминистическом методе предельных состояний (или предельного равновесия), который сводится, в принципе, к сравнению расчетных (детерминистических) показателей с их допустимыми (критериальными) значениями [6]. Расчетные показатели уточняются с помощью систем коэффициентов надежности (запаса) в соответствии с требованиями СНиП 33-01-2003. При этом определяются предельные состояния основания сооружений в отношении его несущей способности, деформаций, фильтрации и т.д. Определение главных показателей надежности сооружений методами предельных состояний (по I и II предельным состояниям) и сравнение их с предельно допустимыми позволяет принимать надежные конструктивные решения отдельных элементов и сооружения в целом [7]. Перечень показателей надежности приведен в [7].

Такой подход к выбору конструктивных решений сооружений отличается значительной простотой и за последние 60 лет средняя вероятность разрушений водохранилищных гидроузлов снизилась с 10^{-4} до 10^{-5} плотино/лет. В методах предельного равновесия подразумевается, что недопущение предельных состояний обеспечивает допускаемые вероятности возникновения аварий на напорных гидротехнических сооружениях в зависимости от их класса указанных в СНиП «Гидротехнические сооружения. Основные положения» [6] и работе Щедрина В. Н. «Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений мелиоративного назначения» [7]. Вероятность аварии здесь не абстрактная величина, а отражает современную реальность и получена по результатам обработки статистических данных. При обследовании эксплуатируемых напорных сооружений определяются диагностические показатели надежности и сравниваются с их критериальными значениями указанными и определяется их уровень безопасно-

сти или риск аварии [7]. Для количественной оценки риска аварии, уровня безопасности сооружений используются методики, разработанные научно-исследовательскими институтами ОАО «НИИЭС», ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, ФГУП ВНИИ «ВОДГЕО».

Риск аварий характеризует более полную характеристику опасности, включающую вероятность возникновения опасного события и оценку связанных с ним негативных последствий. В настоящее время оценка безопасности базируется на основе концепции допустимого (приемлемого) риска с учетом надежности работы системы «сооружение-основание», которые определяются диагностическими показателями безопасности ГТС, представленных в работе Щедрина В. Н. [7]. Итоговая (обобщенная) оценка риска должна отражать реальное состояние ГТС с учетом показателей риска от всех нежелательных событий, которые могут произойти. Итоговая (обобщенная) оценка риска основывается на результатах интегрирования показателей риска всех нежелательных событий (сценариев аварий) с учетом их взаимного влияния; анализа неопределенности и точности полученных результатов; анализа соответствия условий эксплуатации, требованиям уровня и диагностических критериев безопасности и значениям приемлемого риска.

В общем случае при исследованиях риска возникновения аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях нами предлагается блок-схема, включающая комплекс взаимосвязанных задач и представленная на рисунке 1.

Разработка рекомендаций по уменьшению риска является заключительным этапом анализа риска. В рекомендациях представляются обоснованные меры по уменьшению риска, основанные на результатах оценок риска и могут иметь технический и (или) организационный характер.

Выводы:

1 Анализ и оценка риска аварий на эксплуатирующихся ГТС основывается на информации, к которой предъявляются следующие требования: должна быть ее полнота, достоверность, однородность, дискретность, своевременность.

2 Безопасность гидротехнических сооружений определяется итоговой (обобщенной) оценкой риска, которая основывается на результатах интегрирования показателей возможных опасных событий

на ГТС, характеризующихся диагностическими показателями безопасности ГТС, определяющих их надежность и негативных последствий (ущербов) от аварий.

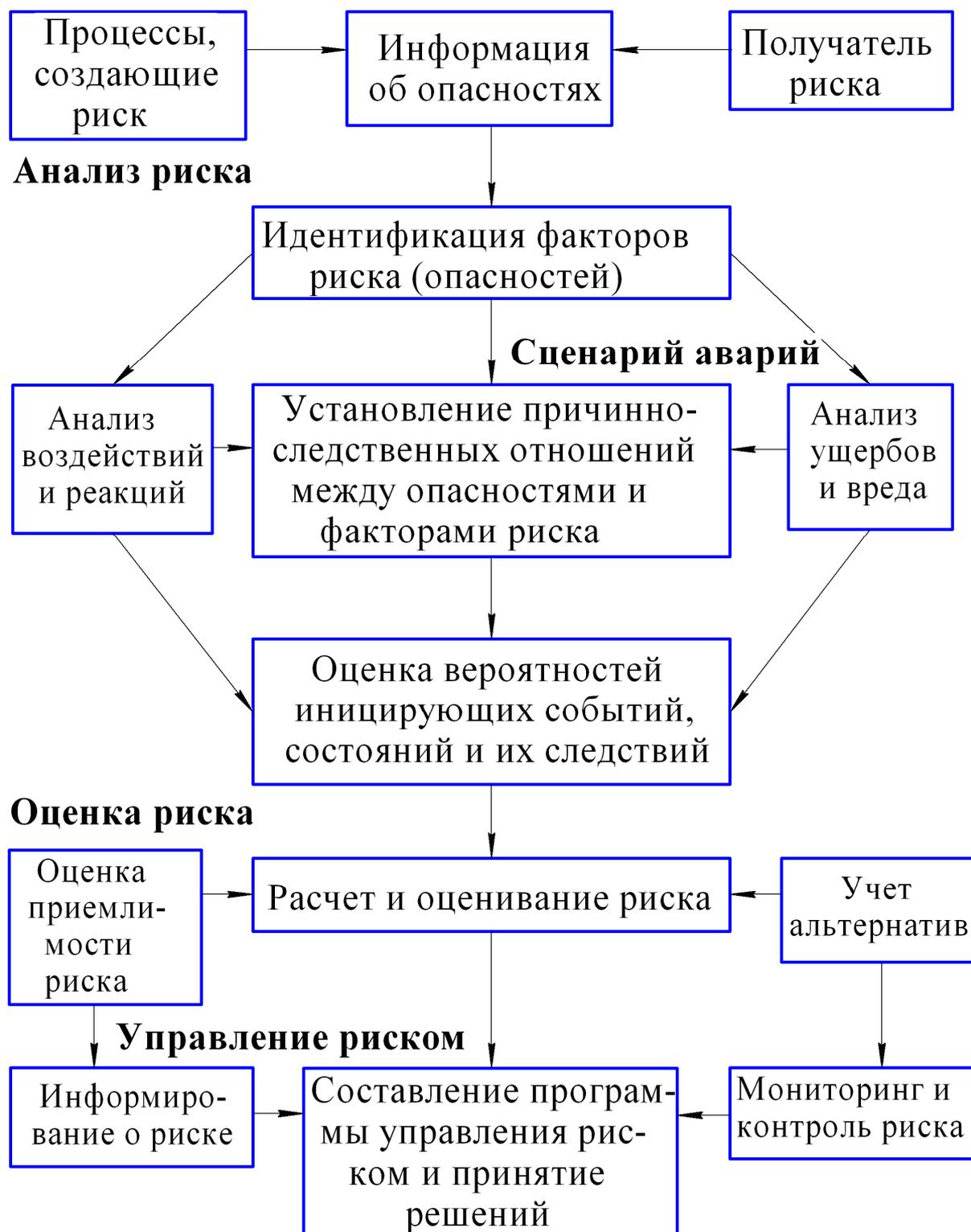


Рисунок 1 – Блок-схема основных задач исследований риска, возникновения аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях

3 Количественная оценка диагностических показателей безопасности и оценки риска аварии на эксплуатируемых ГТС, дает возможность прогнозировать аварии на ГТС, оценивать его техническое состояние, уровень безопасности и принимать своевременные меры по снижению риска.

4 На основании опыта составления и анализа деклараций безопасности гидроузлов III и IV классов, разработанных сотрудниками ФГБНУ «РосНИИПМ» для Саратовской, Пензенской обл. (7 деклараций), ГУП «Управление «Башмелиоводхоз» (2 декларации), ООО «Севкавгипроводхоз» (3 декларации) показал на достоверность оценки риска аварий по методике разработанной ФГУП ВНИИ «ВОДГЕО» которая рекомендуется для использования [8].

Список использованных источников

1 Стефанишин, Д. В. Оценка нормативной безопасности плотин по критериям риска / Д. В. Стефанишин // Гидротехническое строительство. – 1997. – № 2. – С. 44-47.

2 О безопасности гидротехнических сооружений: Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ: по состоянию на 11 апреля 2011 г. // Гарант Эксперт 2011 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2011.

3 Trans. of the 18-th Int. Congress on Large Dams. – Durban – South Africa, 1994.

4 Trans. of the 19-th Int. Congress on Large Dams. – Vol. 1, Q. 72. – Florence – Italy, 1997.

5 The use of risk analysis to support dam safety decisions and management. Trans. of the 18-th Int. Congress on Large Dams. – Vol. 1, Q. 76. – Beijing – China, 2000.

6 СНиП 33-01-2003. Гидротехнические сооружения. Основные положения / Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП. – 2004. – 30 с.

7 Щедрин, В. Н. Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений мелиоративного назначения / В. Н. Щедрин и [др.]. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ». – 2010. – 88 с.

8 Методические рекомендации по оценке риска аварий гидротехнических сооружений и накопителей промышленных отходов / ФГУП ВНИИ ВОДГЕО. – М., 2002.

РАЗДЕЛ III
ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И УРОВЕНЬ
БЕЗОПАСНОСТИ МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ И
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.
НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И
ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОДОУЧЕТА
НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ

УДК 626/627.004.62/.63

А. М. Кореновский, Е. И. Шкуланов, Е. А. Савенкова
(ФГБНУ «РосНИИПМ»)

ФИЗИЧЕСКИЙ ИЗНОС ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ
СООРУЖЕНИЙ МЕЛИОРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В статье рассматривается природа физического износа гидротехнических сооружений мелиоративного назначения, теоретические основы возникновения в них деформаций и их виды. Приводятся важнейшие практические выводы из основного уравнения Аррениуса. Кратко рассмотрены существующие методы определения физического износа.

Каждое гидротехническое сооружение проектируется и возводится для осуществления определенных функций и поэтому должно обладать заданными научно обоснованными эксплуатационными качествами:

- соответствовать назначению по размерам, пропускной способности, напорам и т.п., т.е. выполнять функциональные требования;
- обладать требуемыми прочностью, устойчивостью, надежностью (безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью), т.е. обеспечивать выполнение технических требований;
- быть экономичным при возведении и эксплуатации, т.е. обеспечивать выполнение экономических требований;
- обеспечивать выполнение эстетических и экологических требований, т.е. обладать определенными архитектурными качествами и экологической безопасностью.

Широкое понятие «строительство мелиоративных сооружений» включает в себя проектирование, возведение и их эксплуатацию. Каж-

дому из этих этапов присущ свой круг задач, но все они имеют общую цель – обеспечение заданных (расчетных) параметров эксплуатационных качеств сооружений. Решение задач на каждом этапе взаимосвязано – как запроектировано и построено сооружение, таковы условия и проблемы его эксплуатации. В свою очередь, опыт использования и содержания построенных сооружений, т.е. опыт их эксплуатации, обязательно должен изучаться и анализироваться для совершенствования проектирования и строительства новых сооружений.

Первостепенное значение в эксплуатации гидротехнических сооружений имеет своевременный контроль их технического состояния, систематическая проверка исправности конструктивных элементов и инженерного оборудования, проведение регулярного, причем не только визуального, но и (по необходимости) инструментального контроля и обследований. Выполнение этих работ позволит обоснованно планировать и проводить техническое обслуживание и будет способствовать предотвращению преждевременного износа конструкций и сооружений в целом.

Износ сооружений сложен и на его предупреждение расходуются значительные материальные средства. Кроме того, вопросы износа материалов и конструкций при проектировании не исследуются, что создает большие трудности в процессе эксплуатации сооружений.

Под физическим износом гидротехнических сооружений мелиоративного назначения следует понимать утрату ими первоначальных технико-эксплуатационных качеств (прочности, устойчивости, надежности и др.) в результате воздействия природно-климатических и технологических факторов.

Известно, что износ определяет долговечность сооружений, которая характеризуется временем, в течение которого в сооружениях, с перерывами на ремонт, сохраняются эксплуатационные качества на заданном в проекте уровне. Решению столь обширного комплекса вопросов, связанных с износом, призвана способствовать теория долговечности и научные основы обеспечения эксплуатационных качеств, применение которых позволяет установить:

- закономерности воздействий внешних и внутренних факторов на процесс износа;

- характерные дефекты и повреждения, причины их возникновения и назначение способов их устранения;
- выбор способов контроля и методов обнаружения дефектов и повреждений, связанных с износом;
- способ и порядок наиболее рационального восстановления изношенных конструкций и материалов;
- периодичность ремонтов и объемов работ, расчет необходимых материалов и денежных средств.

Для качественного содержания и ремонта гидротехнических сооружений мелиоративного назначения необходимо знать закономерности их износа и старения. Интенсивность указанных процессов определяется двумя группами факторов: микростроением материала конструкции – наличием в нем микродефектов и несовершенств уже в начальный период эксплуатации, и развитием микро- и макродефектов под воздействием окружающей и технологической среды и нагрузок [1].

Основными материалами в конструкциях гидротехнических сооружений мелиоративного назначения являются: грунт, металл, бетон, железобетон. Под воздействием механических нагрузок и факторов окружающей среды с течением времени изменяются физико-химические характеристики материала конструкции, и происходит процесс физического износа. Как правило, старение материала предшествует его разрушению. Вместе с тем, конструкция может разрушиться внезапно в результате концентрации напряжения в наиболее опасных местах. При износе изменяется микростроение материала с нарушением или без нарушения химических связей элементарных частиц, что приводит к изменению физических характеристик материала. Иногда микроструктура материала изменяется под воздействием окружающей агрессивной среды и нагрузок, что также вызывает нарушение отдельных связей и образование микродефектов в теле конструкции. Особенностью разрушения материала под действием приложенных нагрузок является отсутствие избирательности их действия. Локальность характера действия нагрузок проявляется в разрушении конструкции на две или более частей в месте опасного дефекта [1, 2]. Основные причины образования повреждений в конструкциях сооружений приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Основные причины образования повреждений в конструкциях сооружений

Основное уравнение старения и износа, называемое обобщенным уравнением Аррениуса, имеет вид [3]:

$$\ln S = \ln S_0 - K'' \cdot t \cdot e^{-\frac{Q}{E}}, \quad (1)$$

где S – мгновенная прочность;

S_0 – начальная прочность;

K'' – является функцией концентрации веществ, а также их природы;

t – время работы сооружения (конструкции);

e – основание натурального логарифма;

Q – энергия активации;

E – энергия реакции.

Из уравнения (1) следует, что:

1 При постоянстве внешней среды прочность объекта уменьшается со временем по экспоненциальному закону.

2 Срок службы объекта до достижения заданной прочности обратно пропорционален концентрации материала среды.

3 Логарифм долговечности объекта, отвечающий определенному значению прочности, обратно пропорционален энергии среды.

Это уравнение справедливо для многих типов материалов при наличии двух независимых процессов начального и долговечного старения.

В практике эксплуатации сооружений строительной индустрии физический износ на любой момент времени определяется при помощи следующих методов: технический, экспертный, расчетный.

Технический метод расчета производится на основании глубоких инженерных обследований сооружений с определением параметров и физико-механических свойств материалов с учетом их дефектов, разрушений и определением стоимости работ, необходимых для восстановления эксплуатационных качеств конструкций сооружений. Для установления износа отдельных элементов реальных гидротехнических сооружений необходимо разработать специальные таблицы, в которых по определенным признакам дефектов и повреждений определяется процент физического износа. Физический износ при техническом методе определения следует также оценивать путем сравнения фактических эксплуатационных характеристик с расчетными (запроектированными) эксплуатационно-техническими характеристиками через признаки физического износа, выявленные в результате инструментального обследования. Данный метод дает более объективную оценку технического состояния и физического износа в сравнении с другими методами.

Визуальный метод оценки физического износа производится экспертным путем, с привлечением специалистов-оценщиков, имеющих опыт в проведении подобных работ, и соответствующей квалификации.

Расчетные методы оценки, используемые в строительной отрасли (строительство гражданских и промышленных зданий), следующие:

- определение физического износа здания на основе расходов на содержание или на ремонтно-строительные мероприятия [4];
- нормативный расчетный метод определения физического износа зданий [5];
- метод архитектора Росса;
- метод В. Сроковского;
- метод С. К. Балашова;
- метод В. В. Анисимова и В. Е. Николайцева;
- метод НИИЭС Госстроя (разработан в 1959 г.).

Эти методы можно использовать как методы предварительной, ориентировочной оценки возможной величины физического 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. Знание законов физического износа материалов конструкций, влияния окружающей и технологической среды на эти процессы позволит на основе научно обоснованных методов использовать наиболее эффективные методы защиты конструкций сооружений от разрушений и разработать рациональную планово-предупредительную систему их технического обслуживания и ремонта.

Своевременная оценка физического износа и его устранение обеспечит повышение уровня эксплуатационной надежности и снижение эксплуатационных затрат.

Список использованных источников

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

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

3 Хэвилэнд, Р. А. Инженерная надежность и расчет на долговечность / Р. А. Хэвилэнд. – М.: Энергия, – 1966. – 315 с.

4 Правила оценки физического износа жилых зданий: ВСН 53-86 (р): утв. Гос-м комитетом по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР 24.12.86: введ. в действие 07.01.87. – М.: Прейскурантиздат, 1988. – 100 с.

5 Методика определения физического износа гражданских зданий: утв. М-вом коммунального хозяйства РСФСР 27.10.1970 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.os39.ru/.../metodika_opredeleniya_.pdf, 2011.

УДК 556.53:626.823:582.232/.275:574

Я. В. Федорян (ФГБОУ ВПО «НГМА»)

ВЛИЯНИЕ БИОПОМЕХ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ СТЕПНЫХ РЕК И КАНАЛОВ ЮГА РОССИИ¹

В статье рассматривается влияние биопомех на экологическое состояние малых степных рек и каналов юга России, произведено опытное определение значения коэффициента шероховатости для русла, заросшего водорослями, получена зависимость для определения значений коэффициента шероховатости в заросших руслах, которую предлагается использовать для расчета русел, заросших водорослями, дан анализ влияния биопомех в виде сине-зеленых водорослей на пропускную способность русел рек и каналов.

Для оценки экологической безопасности экосистем малых рек и каналов большое значение имеет установление влияния биопомех на пропускную способность их русел. В качестве биопомех могут служить как полупогруженные, так и погруженные водные растения, в том числе водоросли. На юге страны наиболее серьезными помехами движению потока в руслах малых реки и каналов в летний период являются сине-зеленые водоросли, биомасса которых при благоприятных условиях достигает 2000-4000 г/м².

В настоящей статье дается оценка влияния биопомех в виде сине-зеленых нитчатых водорослей на пропускную способность русел, а также на экологическое состояние рек и каналов.

¹ – Издается в авторской редакции.

С целью оценки влияния на пропускную способность получена расчетная формула для определения коэффициента шероховатости русла с биопомехами:

$$n = n_0 \left[1 + \frac{\lambda_{\text{бп}}}{8g} \left(\frac{\bar{\chi}_{\text{бп}} \bar{l}_{\text{бп}} N_{\text{бп}} R^{1/3}}{n_0^2} \right) + \frac{C_{\text{бп}} S_{\text{бп}} N_{\text{бп}} BR^{1/3}}{2g\chi_0 n_0^2} \cdot \left(\frac{v_{\text{бп}}}{v} \right)^2 \right]^{1/2},$$

где n , n_0 , $\bar{\chi}_{\text{бп}}$, $\bar{l}_{\text{бп}}$, $N_{\text{бп}}$, $v_{\text{бп}}$, v – параметры русла и биопомех;

$\lambda_{\text{бп}}$ – коэффициент гидравлического сопротивления биопомех;

$C_{\text{бп}}$ – лобовое сопротивление, оказываемое биопомехами.

В виду сложности определения величин $\lambda_{\text{бп}}$ и $C_{\text{бп}}$ теоретическим путем их значения установлены экспериментально в натуральных условиях. Натурные исследования были проведены на р. Тузлов Ростовской области, относящейся к категории малых степных рек с интенсивным развитием водорослей в летний период. Для проведения измерений сопротивления непосредственно в зонах водорослей использовался разработанный нами метод изолированного русла. Суть метода заключается в создании изолированного русла с помощью легких непроницаемых стенок значительной протяженности, не нарушающих структуру и характер течения потока. Ширина изолированного участка русла принималась 3,5 м, а длина – 18 м. Для создания непроницаемых стенок использовалась полиэтиленовая пленка, которая прикреплялась к деревянным шестам через каждые 2 м. Для определения средней скорости на вертикали в пределах изолированного русла применялся шеститочечный способ измерения скоростей с помощью гидрометрической вертушки ГР-21. В результате исследований средняя скорость движения потока через зоны водорослей в изолированном русле составила 0,0696 м/с. Средний уклон потока воды по измеренным данным составил 0,0000676. В статье приводятся результаты определения коэффициента шероховатости $n_{\text{ср}}$ и гидравлического сопротивления $\lambda_{\text{ср}}$ на измеренных вертикалях (таблица 1).

Значения $n_{\text{ср}}$ изменялись от 0,062 до 0,138, а $\lambda_{\text{ср}}$ – от 0,646 до 1,774.

Таблица 1 – Результаты определения коэффициента шероховатости

№ верт.	v_{cp}	n_{cp}	λ_{cp}	Re
1	0,042	0,138	1,774	112636,4
2	0,064	0,090	0,764	171636,4
3	0,070	0,0826	0,639	187727,3
4	0,0696	0,063	0,646	186654,5
5	0,069	0,062	0,657	185045,5
6	0,062	0,093	0,814	166272,7
7	0,053	0,109	1,114	142136,4

По результатам компьютерной обработки полученных экспериментальных данных найдена эмпирическая зависимость коэффициента гидравлического сопротивления в виде:

$$\lg \lambda = 0,0006 \lg \cdot \text{Re}^2 - 0,5 \lg \cdot \text{Re} + 5,17.$$

Рассмотрим пример определения коэффициента шероховатости заросшего русла при следующих исходных данных:

$$n_0 = 0,0225, v_{\text{бн}} = 0,0696, \bar{\chi}_{\text{бн}} = 0,915 \text{ м}, \bar{l}_{\text{бн}} = 1,5 \text{ м}, N_{\text{бн}} = 0,12, R = 0,59 \text{ м}.$$

Пренебрегая вторым членом в виду малости, получим

$$n = 0,0225 \cdot \left[1 + \frac{0,915}{8 \cdot 9,81} \left(\frac{5,3 \cdot 1,5 \cdot 0,12 \cdot 0,59^{1/3}}{0,0225^2} \right) \right]^{1/2} = 0,099.$$

Отличие полученного результата от $n_{\text{бн}}$, установленного экспериментально в натуральных условиях, составляет 8 %, что является допустимым.

На основе анализа полученных данных и расчетов можно заключить, что для русел с биопомехами в виде сине-зеленых нитчатых водорослей коэффициент шероховатости возрастает в среднем в 3-6 раз, а коэффициент гидравлического сопротивления – в 1,5-3,0 раза. Используя для расчета пропускной способности формулу Шези, получаем, что расход, проходящий через заросшее русло, уменьшается в 4 раза в сравнении с расходом воды, проходящим через свободное от водорослей русло.

Таким образом, влияние указанных биопомех приводит к резкому снижению пропускной способности русел в несколько раз, а в ряде случаев – на порядок. Кроме того, биопомехи после их отмирания приводят к биологическому загрязнению водотоков, ухудшению качества воды и в целом экологического состояния малых рек и каналов.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА ВОДОЗАБОРНО-ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КОВШОВОГО ВОДОЗАБОРА¹

В работе описано новое комплексное водозаборно-очистное сооружение в условиях ковшового водозабора, позволяющее предупредить попадание рыбной молоди при заборе воды водозаборными сооружениями, обеспечивающее защиту водозабора от сине-зеленых водорослей, а также использование в целях оздоровления речных экосистем.

Одной из главных причин катастрофического падения рыбных запасов и ухудшения качества воды является проблема защиты рыб от попадания в водозаборные сооружения. Для сохранения, восстановления популяции необходима в ряде случаев существенная реконструкция рыбозащитных сооружений и эффективное, недорогое решение проблемы предочистки воды прямо в ковшовом водозаборе (до очистных сооружений).

В последнее время прослеживаются четкие тенденции превращения водозаборов в водозаборно-очистные сооружения и комплексы для снижения «грязевой нагрузки» на очистные станции. В ряде случаев наиболее надежным оказывается фильтрующий способ приема воды, который, осуществляя защиту водозабора от шуги и мусора, одновременно обеспечивает защиту рыбы от попадания в водозаборные сооружения. Одним из проблемных вопросов в условиях ковшового водозабора также является борьба с сине-зелеными водорослями.

В результате перекрытия основных крупных рек плотинами гидроузлов значительно сократились площади естественных нерестилищ для проходных рыб. В созданных на реках водохранилищах резко изменились условия для размножения и обитания речных рыб, а также кормовых организмов. Поэтому наряду с мелиорацией естественных нерестилищ, устройством инкубационных цехов, большое значение имеет устройство искусственных нерестилищ.

Искусственные нерестилища устраивают с целью улучшения условий размножения ценных рыб, а также для сбора и уничтожения икры сорных рыб. Устройство и глубина установки искусственных нерестилищ в водоеме зависят от вида рыбы, для которой они применяются. Обычно их устанавливают в водоеме перед началом нереста.

¹ – Издается в авторской редакции.

Для рыб, откладывающих икру на растительность, устраивают плавучие и погружаемые искусственные нерестилища, которые должны соответствовать условиям естественного размножения каждого вида рыб.

Во многих местах поставлен на очередь вопрос о снижении численности малоценных рыб. Искусственные нерестилища могут быть одним из лучших способов создания больших скоплений таких рыб, которые позволят легко отловить или уничтожить икру, отложенную на искусственных субстратах.

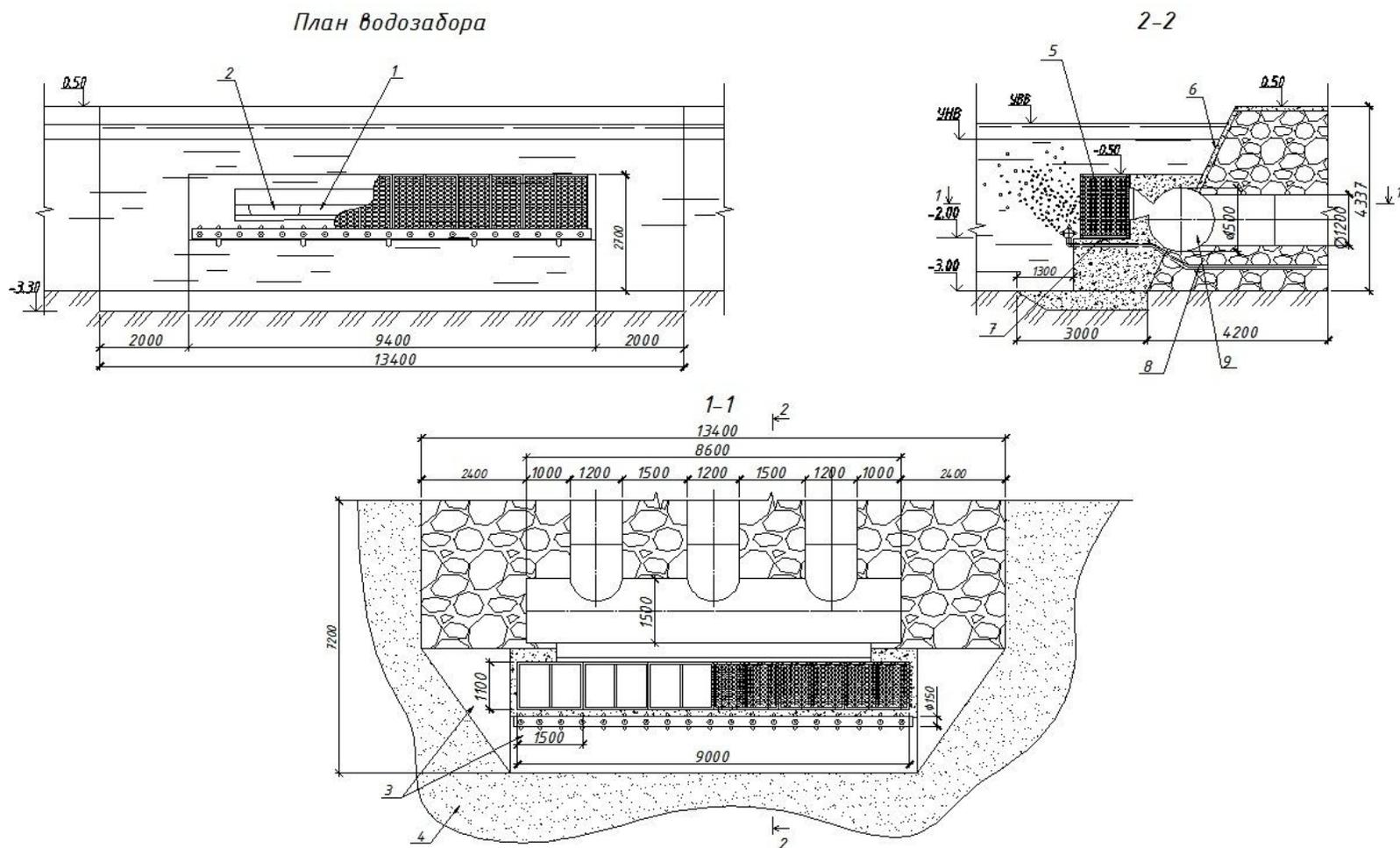
Использование искусственных нерестилищ, как одного из средств рыбозащиты на водозаборе, позволяет предотвратить попадание молоди рыб в зону влияния водозабора. Реализация этого способа требует осуществления постоянных наблюдений за состоянием нерестилищ, скатом молоди рыб. Возникает вопрос о целесообразности применения сложных рыбозащитных устройств и даже комплекса рыбозащитных сооружений, если существует возможность отвода молоди от места водоотбора. Принимая во внимание вышеуказанные наблюдения и эксплуатационный опыт, была предложена совершенно новая конструкция искусственного нерестилища, в основе которой лежат синтетические водоросли.

После детального обследования водозабора в поселке Александровка г. Ростова-на-Дону в целях оздоровления речных экосистем и восстановления их биоразнообразия, а также уменьшения «грязевой нагрузки» на очистные сооружения предлагается применить комплекс водозаборно-очистных сооружений, один из фрагментов которого изображен на рисунке 1.

В предложенном комплексе водозаборно-очистных сооружений предлагается использование синтетических водорослей (ершей) для защиты водоприемных окон [1-4]. Синтетические водоросли представляют собой гибкие пушистые гирлянды из лески, вплетенной в витой проволочный сердечник из нержавеющей проволоки.

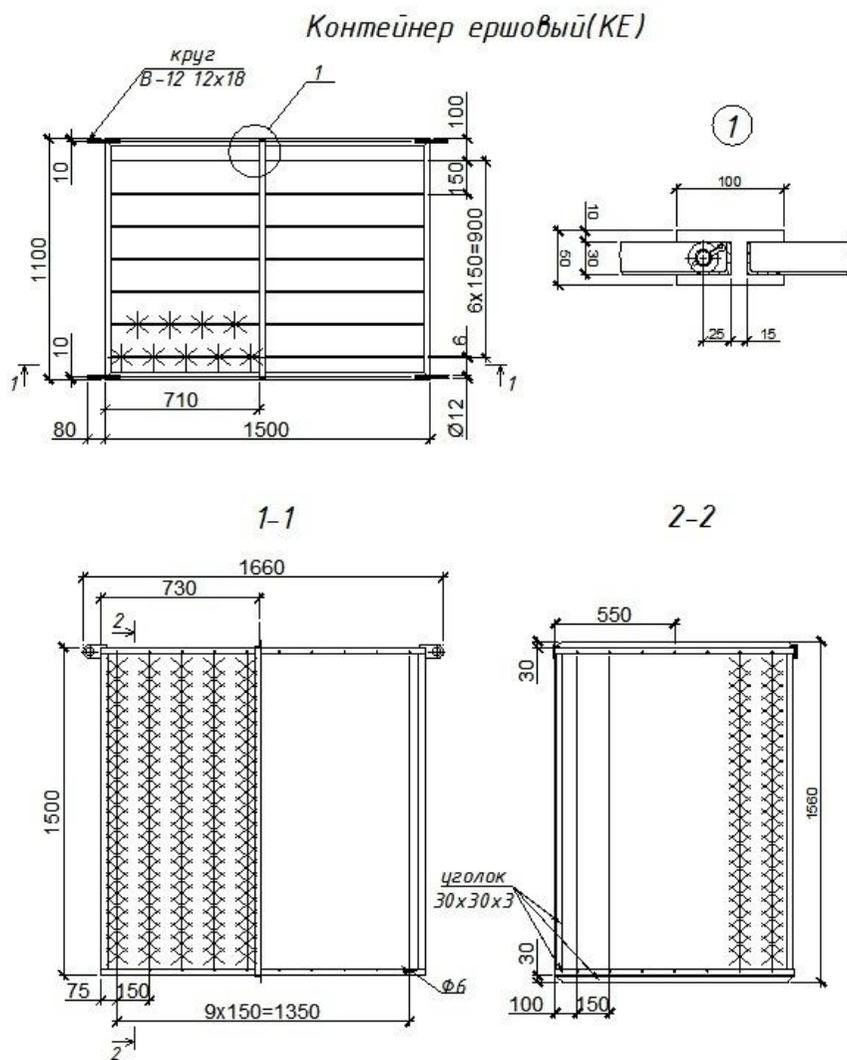
Комплексное решение устройства водозаборно-очистных сооружений решает следующие задачи:

- рыбозащиту – использование «ершей» в виде загрузки в существующие контейнеры, которые были раньше заполнены щебнем крупностью 80-100 мм (рисунок 2). Особенности и преимущества данного типа загрузки дают возможность рассматривать его в качестве фильтрующего элемента водозаборного узла Александровских очистных сооружений.



1 – щелевой выход; 2 – всасывающий трубопровод; 3 – бетонное основание; 4 – дно ковша; 5 – кассета с ершовой загрузкой; 6 – лицевая грань анкерной стены; 7 – направляющая для установки контейнера; 8 – подача водо-воздушной смеси; 9 – вихревая камера

Рисунок 1 – Водозабор в поселке Александровка



Контейнер ершовый крайний изометрия

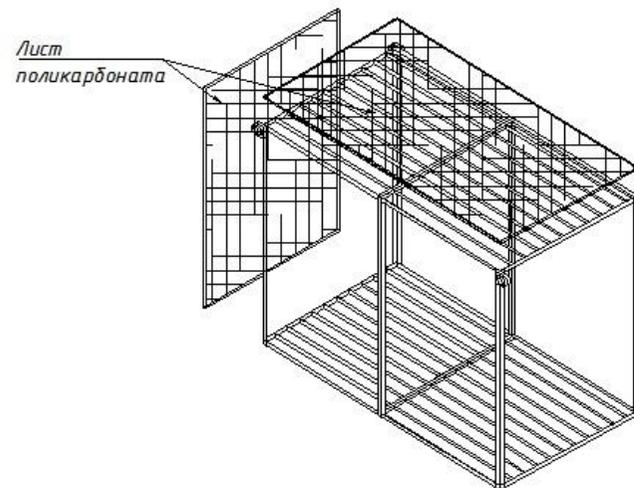
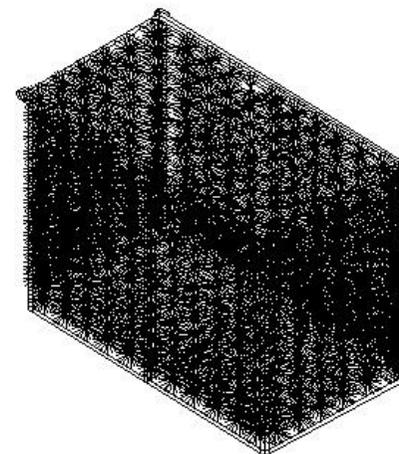


Рисунок 2 – Ершовый контейнер

Функциональная простота, низкое гидравлическое сопротивление потоку воды, долговечность, высокая гибкость в отношении биологических, гидравлических и температурных колебаний дают возможность модернизации существующих водозаборных сооружений без высоких издержек. Для промывки загрузки предусматривается водо-воздушная струя, которая также выполняет отпугивающую роль для рыб;

- оздоровление речных систем – отвод рыб от места забора воды к местам нагула и нереста. Для этого в ковшовом водозаборе производится установка искусственных нерестилищ на основе «синтетических водорослей». Подвижные элементы «ершей» вызывают своеобразный интерес у молоди рыб, тем самым заставляя перемещаться к зоне установки искусственных нерестилищ. Прикрепленная биомасса служит непосредственным источником питания рыб, а синтетическая загрузка представляет собой место нереста;

- защита водозабора от сине-зеленых водорослей осуществляется с использованием «ершей» в виде основы для закрепления микроорганизмов. Данная конструкция обеспечивает наибольшую поверхность для закрепления естественных биоценозов природной воды, что позволит эффективно улавливать и уничтожать сине-зеленые водоросли перед водозаборным узлом, снижая последующую нагрузку на очистные сооружения и этим избегая перехлорирования очищаемой воды.

В качестве иммобилизованной биомассы применяется загрузка в виде брюхоногих моллюсков (улиток) рода *Aplexa* (*Aplexa hypnorum*), семейства *Physidae* – физы, которые встречаются в мелких, обычно пересыхающих болотцах, редко – в крупных водоемах, на опаде и детрите. Большинство видов их тяготеет к густым зарослям водных растений в стоячих и слаботекущих водоемах. Именно в зарослях они часто лидируют по биомассе в сообществе. Данный вид представляет интерес из-за наибольшей скорости размножения и питания. Поддержание определенной концентрации моллюсков на нитях позволяет привлекать молодь, тем самым отводя ее от места водозабора.

Уже было сказано о достоинствах синтетических водорослей при использовании их в качестве фильтрующего элемента водозаборных сооружений, но при использовании данного изобретения в качестве искусственного нерестилища интерес представляют именно биологические аспекты изобретения.

Особенности и преимущества применения рассматриваемого комплекса:

- а) высокая удерживающая способность для биомассы;
- б) заполнение биомассой без разрывов;
- в) функциональная простота;
- г) быстрый процесс очистки стоков;
- д) долговечность;
- е) идеальные поверхности для прикрепления микроорганизмов;
- ж) высокая гибкость в отношении биологических и гидравлических колебаний, а также в отношении изменения температуры;
- з) эффективное поступление кислорода и удаление продуктов метаболизма;
- и) высокая технологическая устойчивость эффективной очистки;
- к) текущий ремонт с низкими издержками.

Сооружение каналов, водохранилищ и гидроэлектростанций с грандиозными плотинами для одних рыб создают новые и лучшие нерестилища, для других – ухудшают нерестилища, поэтому изучение нереста и нерестилищ рыб в настоящее время приобретает исключительный интерес. Предложенный комплексный подход к решению жизненно важных проблем на особо ответственном объекте Александровского водозабора позволит бесперебойно при любых сочетаниях возможных помех в источнике (шуга, взвесь, планктон и др.) осуществлять подачу потребителям воды соответствующего качества в требуемом объеме.

Список использованных источников

1 Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ: по состоянию на 21 июля 2011 г. // Гарант Эксперт [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант Сервис», 2011.

2 Строительные нормы и правила. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения: СНиП 2.06.07-87: утв. Госстройкомитетом СССР 14.04.87. – М.: Стройиздат, 1987. – 35 с.

3 Михеев, П. А. Рыбозащитные сооружения водозаборов систем водоснабжения: учеб. пособие / П. А. Михеев, В. К. Шкура, Е. Д. Хещуриани. – Новочеркасск: НГМА, 2005. – 111 с.

4 Теоретические основы очистки воды: учеб. для вузов / Н. И. Куликов [и др.]. – Макеевка: ДГАСА, 1999. – 277 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ УСТРОЙСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОЗАБОРОВ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ¹

В работе приводится описание современного состояния водозаборов системы водоснабжения, часто встречающихся на практике недостатков при их реконструкции и предлагаются инновационные способы модернизации и технического перевооружения.

Водозабор является первым и важным звеном сложной системы водоснабжения, обеспечивающим питание всех водопотребителей. Занимая головное положение в системе, водозабор играет определяющую роль в ее функционировании. Современный водозабор для снабжения крупного города представляет собой сложный комплекс инженерных сооружений, оснащенных энергетическим и механическим оборудованием, системой автоматического и телемеханического управления. Такой водозабор должен работать бесперебойно при любых условиях забора воды, существенно изменяющихся по сезонам года.

Водозаборы предназначены для забора из источника расчетного расхода воды и подачи ее потребителю, а также для защиты системы водоснабжения от попадания в нее с водой сора, водорослей, наносов, льда, щуги, рыбы и т.п. Проектирование водозаборных сооружений – очень ответственная и важная задача, которая требует знания многих дисциплин. От состояния водозаборных сооружений зависит нормальная работа систем жизнеобеспечения региона, экологическое благополучие городов и районов и безопасность жизни и здоровья людей. Однако надзор за некоторыми подобными объектами не всегда носит системный характер.

Одна из задач эксплуатации водозаборов – модернизация и техническое перевооружение действующих водозаборных сооружений. Применительно к водозаборным сооружениям это означает реализацию таких инженерных решений, которые повышают надежность работы водозаборов и, следовательно, дают возможность бесперебойного отбора не только расчетного, но и дополнительного расхода воды.

Водозаборные сооружения рассчитывают на самые неблагоприятные условия работы. Следовательно, если осуществить меры

¹ – Издается в авторской редакции.

по улучшению условий работы и снижению степени отрицательного воздействия природных и других факторов, то водозабор может работать с большей надежностью и даже с увеличенной производительностью. Из практики эксплуатации систем коммунального водоснабжения известны многочисленные факты модернизации водозаборных сооружений с увеличением их производительности в 2-3 раза по отношению к расчетной без больших дополнительных капиталовложений (водозаборы в г. Пенза, Новосибирск, Новокузнецк, Искитим). В связи с этим, проектированию и строительству нового водозабора должно предшествовать изучение состояния существующих водозаборов, условий их эксплуатации и возможностей реконструкции.

При общих благоприятных условиях работы водозабора производительность его может быть увеличена путем замены насосно-энергетического оборудования (разумеется, при наличии соответствующей пропускной способности всех коммуникаций), а также профилактических мероприятий на водоприемниках (расчистка русла, углубление перекатов, шугозащита и т.д.). Однако здесь возрастают входные скорости потока в водоприемных окнах, что может привести к непредвиденным осложнениям на водозаборе. Вследствие этого возникает необходимость расширения или устройства дополнительных водоприемных окон, что требует больших трудозатрат.

При выполнении работ в береговом кольце на одном из водозаборов г. Новосибирск по предложению академика М. А. Лаврентьева был применен взрывной метод с помощью кумулятивных зарядов, благодаря чему в десятки раз были сокращены сроки производства работ по реконструкции и их трудоемкость. Таким же способом были успешно выполнены дноуглубительные работы в скальном грунте.

Чаще всего наряду с заменой оборудования требуется строительство дополнительных водоприемников, самотечных или сифонных линий и напорных водоводов, которое может осуществляться в зависимости от местных условий. Дополнительный оголовок может быть вынесен дальше в русло реки или, наоборот, приближен к берегу, так как за предшествующий период эксплуатации водозабора могут измениться гидрологические условия, требования других водопользователей, появиться новые конструкции водоприемников и т.д. Такая реконструкция осуществлена на водопроводах г. Свердловск, Омск, Томск, Барнаул, в результате чего в комплексе одного водоза-

бора действует до 5 и более водоприемных оголовков и 2-3 береговых колодца.

Практика эксплуатации подтверждает, что наличие даже простейшего дополнительного водоприемника (типа незащищенного рас-трубного оголовка) в экстремальных условиях позволяет предотвратить полную остановку водозабора. В противоположной ситуации, когда забор воды у берега становится невозможным (например, по причине интенсивного отложения наносов, понижения уровня воды в реке и т.д.), проводят реконструкцию водозабора путем строительства дополнительного руслового затопленного водоприемника. Когда же возможности замены насосно-энергетического оборудования исчерпаны, осуществляется строительство дополнительных насосных станций I подъема с переключениями на напорных, а иногда и на всасывающих водоводах. Достигается, таким образом, взаимное резервирование насосно-энергетического оборудования насосных станций.

Если по каким-либо причинам дальнейшая эксплуатация русловых водоприемников невозможна или крайне затруднена, реконструкцию водозабора можно осуществить с устройством ковша или подводящей прорези.

Реконструкция ковшовых водозаборов, как и русловых, нередко осуществляется заменой насосно-энергетического оборудования станций I подъема, а также строительством дополнительных водоприемников в ковшах (например, в г. Кемерово), устройством шуго- и наносозащитных шпор и струенаправляющих стенок. На водопроводе г. Киев реконструкция ковша произведена с установкой продольных распределительных стенок, что обеспечило параллельно-струйное движение воды в ковше и улучшило тем самым его технологические возможности.

Наиболее показательным примером из практики реконструкции ковшовых водозаборов является реконструкция ковша на р. Томь в г. Новокузнецк. Несмотря на то, что ковш имел двустороннее питание, он не обеспечивал требуемую подачу воды и надежность водоснабжения, так как с одной стороны шуга перекрывала проход воды к водоприемнику, а с другой – происходил подсос загрязненной воды из устья притока. Чтобы исключить строительство нового водозабора, на основе исследований А. С. Образовского были приняты меры по улучшению гидравлического режима источника и самого ковша:

произведена срезка осередки перед входом в ковш, разделявшей русло на две протоки; построены четыре донные полузапруды у противоположного берега реки; построен струенаправляющий выступ на верховом входе в ковш; выполнена донная прорезь на подходе к ковшу. Благодаря реконструкции, своевременной чистке ковша и проведению других профилактических мероприятий, полностью устранены причины осложнений в его работе и достигнута требуемая надежность водоснабжения. Последующий более чем 20-летний опыт эксплуатации этого водозабора подтвердил правильность и экономичность инженерных решений.

При строительстве дополнительных водоприемников целесообразно применять более совершенные для данных условий типы оголовков (с вихревыми камерами, фильтрующие и т.д.), благодаря чему достигается не только увеличение производительности, но и повышение надежности работы водозаборов.

Реконструкция с устройством верховой струенаправляющей дамбы ковша в 1976 г. была осуществлена на водозаборе из р. Бердь в г. Искитим, что позволило снизить интенсивность заиления ковша. В сочетании с заменой оборудования на насосной станции I подъема это дало возможность увеличить производительность водозабора более чем в 2 раза.

Необходимо отметить ряд часто встречающихся на практике недостатков в конструкциях водозаборов. Так, при строительстве дополнительных оголовков часто осуществляют их привязку к действующим самотечным или сифонным линиям, рассчитывая одновременное использование как прежних, так и новых водоприемников. Поскольку сопротивление движению воды от разных водоприемников при этом не одинаковое, оголовки будут работать с разной интенсивностью и, следовательно, с разной устойчивостью забора воды. Работу оголовков в этом случае сложно контролировать. Поэтому более целесообразно строительство дополнительных оголовков с самостоятельными самотечными или сифонными трубопроводами.

Следующим характерным недостатком в конструкциях является подсоединение самотечных трубопроводов к всасывающим линиям насосов, минуя водоприемные камеры и сороудерживающие решетки. Также имеет место изъятие из фильтрующих касет загрузки с целью увеличения производительности водозабора.

Все эти решения могут рассматриваться как временная мера, но не как средство увеличения производительности водозаборов. Даже в относительно благоприятных условиях (например, на р. Волга в г. Волгоград, на Цимлянском водохранилище в г. Волгодонск и т.д.) работа водоприемников в режиме всасывания сопровождается осложнениями, связанными с вовлечением наносами речного мусора, сине-зеленых водорослей и рыб не только в насосные станции, но и в водоочистные сооружения. Оправданным может быть лишь временный перевод водоприемника на всасывающий режим работы, например, при зимнем устойчивом ледоставе и низком уровне воды в реке, когда не возникает каких-либо помех, что подтверждается опытом эксплуатации водозабора из р. Лена в г. Якутск.

Массовое гидротехническое строительство в нашей стране существенным образом повлияло на условия забора воды из рек и технологию ее очистки. Изменился режим работы наносов, шуголедовый режим рек, возросла цветность и уменьшилась мутность воды, а также изменился ее солевой состав. Кроме этого, одной из главных причин катастрофического падения рыбных запасов и ухудшения качества питьевой воды является проблема недостаточной защиты водозаборных сооружений от попадания рыб. Для сохранения, восстановления популяции и уменьшения «грязевой нагрузки» на очистные сооружения необходима реконструкция рыбозащитных сооружений и эффективное, недорогое решение проблемы предочистки воды прямо в ковшовом водозаборе.

В последнее время наблюдается отчетливая тенденция переоборудования водозаборов в водозаборно-очистные сооружения и комплексы для снижения «грязевой нагрузки» на очистные станции. В ряде случаев наиболее надежным оказывается фильтрующий способ приема воды, который осуществляет защиту водозабора от шуги, мусора и рыб. Одним из проблемных вопросов в условиях ковшового водозабора также является борьба с сине-зелеными водорослями.

Все это потребовало существенной корректировки ранее применяемых решений по устройству и эксплуатации не только водозаборов, но и станций очистки воды, глубокого изучения особенностей забора воды из водохранилищ. Многочисленные факты перебоев в работе водозаборов на ряде водохранилищ обусловили необходимость натурных и лабораторных исследований [1-5].

Сотрудниками кафедры «Водное хозяйство предприятия и населенных мест» ФГБОУ ВПО «ЮРГТУ (НПИ)» Е. Д. Хецуриани и Л. Н. Фесенко после детального обследования водозабора в пос. Александровка г. Ростов-на-Дону в целях оздоровления речных экосистем и восстановления их биоразнообразия, а также уменьшения «грязевой нагрузки» на очистные сооружения и увеличения производительности водозабора, было принято решение по использованию комплексного подхода.

Так, водозаборно-очистные сооружения могут быть представлены конструкцией, использующей синтетические водоросли («ерши») для защиты водозаборов от шуги, рыбы и мусора. Синтетические водоросли – это гибкие пушистые гирлянды из лески, вплетенной в витой проволочный сердечник из нержавеющей проволоки.

При таком комплексном подходе достигается решение следующих задач:

1 Рыбозащита – использование «ершей» в виде загрузки в существующие контейнеры.

2 Оздоровление речных систем – отвод рыб от места забора воды к местам нагула и нереста.

3 Защита водозабора от сине-зеленых водорослей осуществляется с использованием «ершей» в виде основы для закрепления микроорганизмов.

Опыт реконструкции и интенсификации работы многих водозаборов заслуживает более широкого внедрения в производство и более глубокого изучения, так как он дает основу для дальнейшего усовершенствования водозаборных сооружений.

Список использованных источников

1 Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ: по состоянию на 19 июля 2011 г. // Гарант Эксперт 2011 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2011.

2 О животном мире: Федеральный закон от 24 апреля 1995 г. № 52-ФЗ: по состоянию на 21 ноября 2011 г. // Гарант Эксперт 2011 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2011.

3 Михеев, П. А. Рыбозащитные сооружения водозаборов систем водоснабжения: учеб. пособие / П. А. Михеев, В. К. Шкура, Е. Д. Хецуриани. – Новочеркасск: НГМА, 2005. – 111 с.

4 Рекомендации по проектированию и эксплуатации гидродинамического рыбозащитного устройства / П. А. Михеев [и др.]. – Новочеркасск: НПО «Темп», 2006. – 18 с.

5 Теоретические основы очистки воды / Н. И. Куликов [и др.]. – Макеевка: ДГАСА, 1999. – 277 с.

УДК 626.823.4:627.157

Д. А. Чернова (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРОМЫВА РУСЕЛ МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ

В статье представлены результаты визуальных обследований каналов в земляном русле и железобетонной облицовке. Представлены некоторые результаты экспериментальных исследований в прямоугольном стеклянном гидравлическом лотке мобильного устройства для промыва русел мелиоративных каналов.

Одним из важнейших показателей уровня безопасности искусственных водотоков и, в частности, мелиоративных каналов является наносный режим. Обильное поступление продуктов водной эрозии из источников орошения и размыв русел земляных каналов способствуют накоплению наносных отложений в руслах каналов лотковой сети и каналов в монолитной и сборной облицовке из железобетона (рисунок 1). Это снижает пропускную способность русел, затрудняет работу гидротехнических сооружений.

В некоторых хозяйствах с целью сохранения проектной пропускной способности наращивают стенки лотков кирпичной кладкой (рисунок 2), что отрицательно сказывается на работе оросительной сети из-за частых прорывов потока и размывов грунта в околоротковом пространстве, и, как следствие, возможно падение опор и разрушение лотковой сети.

Поэтому вопрос очистки от наносных отложений русел мелиоративных каналов является актуальным и требующим для достижения этой цели конструкторских разработок эффективных устройств для промыва с использованием современных достижений в области материаловедения.



Рисунок 1 – Мелиоративный канал в земляном русле



Рисунок 2 – Стенка лотка, наращенная керамическим кирпичом

Проведенный анализ существующих устройств для промыва из тканевых материалов показал, что преобладающее их большинство в своем составе имеют водовыпускную щель, формирующую размывающие скорости в придонных частях русел [1].

В качестве испытуемого сооружения была использована мембранная плотина с поплавком на гребне и с водовыпускным отверстием в придонной части (рисунок 3).

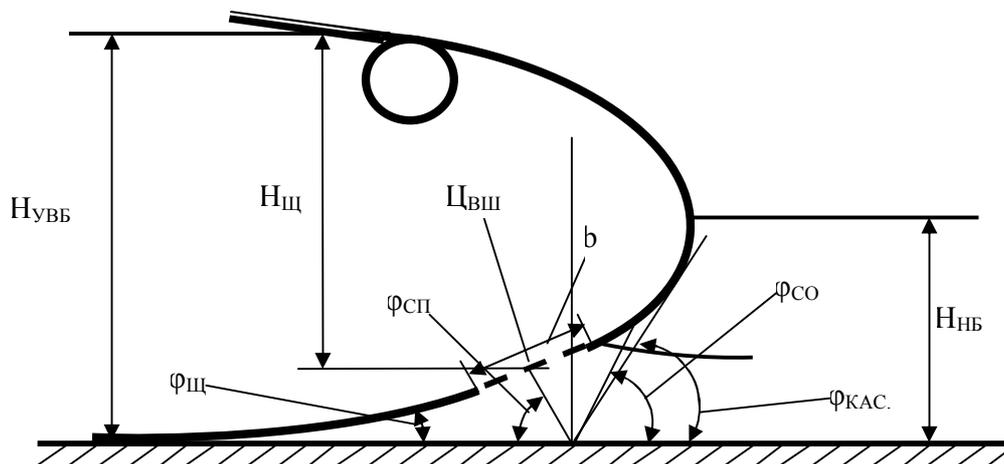


Рисунок 3 – Схема выполнения устройства для промыва

В ходе выполнения экспериментальных исследований в прямоугольном стеклянном гидравлическом лотке основное внимание уделялось поведению элементов конструкции устройства и структуре истечения водного потока из водопропускной щели и формированию его эродирующей способности в зависимости от состояния элементов управления устройства для промыва русел мелиоративных каналов.

В ходе проведения экспериментов было установлено, что при отсутствии бытовых глубин в нижнем бьефе (в натуральных условиях это соответствует моменту начала работы устройства в промываемом русле) в случае, когда водопропускная щель полностью перекрыта, поведение полотнищ устройства и составляющих его узлов и элементов полностью идентично поведению мембранных плотин [2]. Отличием является то, что по мере наполнения верхнего бьефа наблюдался более интенсивный подъем напорного полотнища в сравнении с данными предшествующих исследований. Это объясняется наличием дополнительной подъемной силы поплавка, установленного на гребне напорного полотнища устройства. Кроме того, выполнение поплавка создало условия образования в поперечном профиле напорного полотнища прямолинейного участка. Его образование наблюдалось

в интервале чисел $30000 \leq Re \leq 85000$ и объясняется наличием воздушной подушки между поплавком и напорным полотнищем.

В случае же, когда водопропускная щель была открыта, характерным для исследуемого устройства являлось то, что в момент начала работы водный поток, благодаря наличию водопропускной щели, продолжал поступать в нижний бьеф, но с расходом меньшим бытового.

Напорное полотнище в ходе эксперимента в зависимости от воспринимаемой нагрузки меняло поперечный профиль в соответствии с данными известных исследований. Так, с увеличением глубины в нижнем бьефе профиль полотнища приобретал плавные очертания, близкие к цилиндрической поверхности, при этом водовыпускная щель перемещалась вверх, угол наклона ее плоскости к горизонту увеличивался, что вызывало подъем кромки горизонтального полотнища и увеличение диффузорной зоны, являющейся разгрузочным фактором воздействия пульсации потока на напорное полотнище.

Эксперименты показали некоторые особенности и отличия в поведении струи потока, истекающей из водовыпускной щели. На ее поведение оказывает влияние криволинейная форма поверхности напорного и сочлененного с ним горизонтального полотнищ. Они делят поток в области устройства на две зоны: конфузорную зону, образующуюся в верхнем бьефе, и диффузорную зону в нижнем бьефе, разделенную струей потока также на две части: нижнюю и верхнюю. При этом истечение воды из водовыпускной щели определяется как истечение из напорного малого или большого наклонного прямоугольного отверстия с плавными подходами в вертикальной плоскости, выполненного в криволинейной стенке, без бокового сжатия с плавными очертаниями, что позволяет предполагать достижения значений коэффициентов расхода согласно учебнику гидравлики Р. Р. Чугаева [3] до $\mu = 0,85$ и выше.

Нижняя часть диффузорной зоны, размещенная между поднятой нижней кромкой горизонтального полотнища, дном водотока и нижней границей падающей струи, характеризуется как мертвая, с отсутствием скорости, не фиксируемой как визуально, по перемещению нити, так и микровертушкой.

Верхняя зона представлена потоком с бурным поверхностным течением хаотичного направления с интенсивным перемешиванием, образованием восходящих «блинов» и наличием вращающегося против часовой стрелки водяного вальца (при рассмотрении течения потока слева направо). В придонной части этой зоны отмечены макси-

мальные скорости потока, формируемые отраженной от дна струей. Границами верхней диффузорной зоны являются свободная поверхность потока, напорное полотнище и верхняя поверхность отраженной от дна струи, определяемая углом φ_{CO} , численно равным углу падения струи $\varphi_{СП}$. Исследование данной зоны показали наличие в ней обратного поверхностного течения, направленного к напорному полотнищу и регистрируемого микровертушкой (ГМЦМ-1). Нижней границей этой зоны по течению можно считать место вырождения вращающегося вальца, когда эпюры скоростей в нижнем бьефе приобретают типичную для открытого русла форму.

Важным в поведении исследуемого устройства являлся вопрос определения эксплуатационных режимов, когда в целом вся конструкция или ее отдельные узлы и элементы подвержены вибрации, характеризующейся значительными амплитудами растягивающих напряжений T . Как показал анализ результатов лабораторных экспериментов, вибрация не наблюдалась при отогнанном прыжке, когда в нижнем бьефе подтопление отсутствовало, а на нижней кромке напорного полотнища отмечалось наличие пониженного гидродинамического давления (вакуум).

Наличие интенсивной вибрации напорного полотнища с амплитудой перемещения гребня до 20 мм в вертикальной плоскости не вызывало затруднений при регистрации гидродинамического давления, так как колебания уровня воды в трубках пьезометров отмечались незначительными – в пределах 2-3 мм (рисунок 4).

Наиболее интенсивная вибрация напорного полотнища с частотой $f = 2,0-2,2$ Гц была зарегистрирована при числах $30000 \leq Re \leq 41000$ в условиях величины отношения $0,3 \leq H_{НБ} / H_{УВБ} \leq 0,4$ (где $H_{НБ}$ – уровень в нижнем бьефе; $H_{УВБ}$ – уровень в верхнем бьефе), сопровождающаяся ростом пульсаций давления на дно водотока, положительно влияющими на процесс размыва наносных отложений.

При снижении удерживающей способности балласта (снижения его веса), размещенного на горизонтальном полотнище, наблюдался отрыв последнего от дна при одновременном опускании напорного полотнища вплоть до их соединения (рисунок 5).

С ростом удерживающей силы балласта (увеличения его веса) происходило разъединение полотнищ и восстановление конструкцией устройства проектной формы, обеспечивающей выполнение устройством его функций по формированию размывающих скоростей.

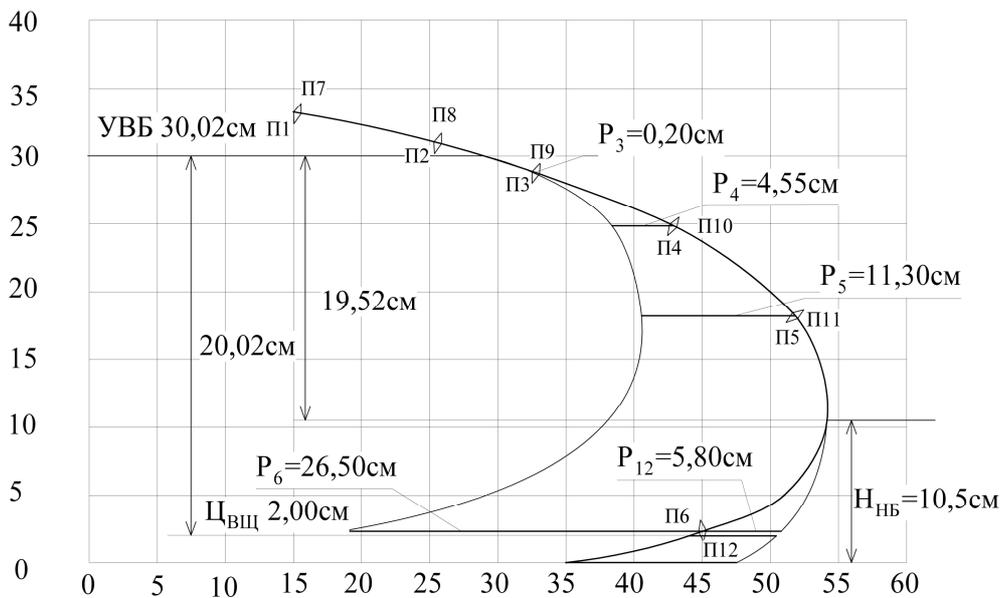


Рисунок 4 – Эпюра гидродинамического давления

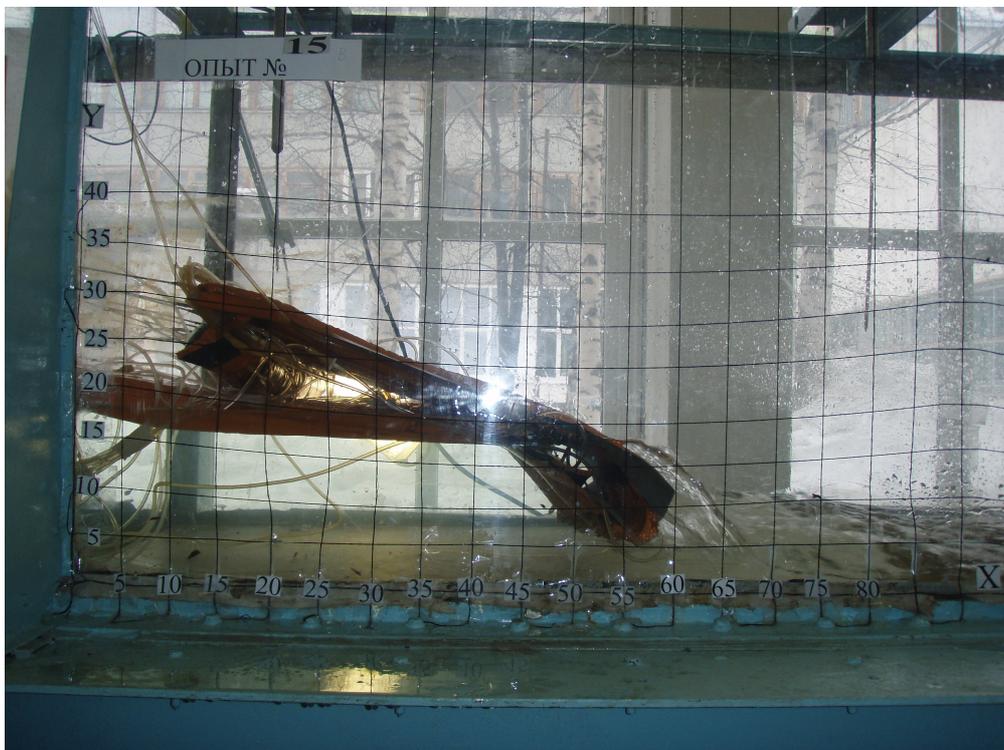


Рисунок 5 – Схлопывание напорного и горизонтального полотнищ

При одновременном пропуске потока через гребень напорного полотнища и через водовыпускную щель вибрации напорного полотнища не наблюдалось.

Таким образом, полученные результаты позволяют:

- классифицировать водовыпускное отверстие устройства для промыва как наклонное прямоугольное отверстие с плавными подходами в вертикальной плоскости, выполненное в криволинейной стен-

ке, без бокового сжатия, создающего условия напорного истечения струи потока;

- сделать вывод о необходимости учитывать влияние поплавок на гребне напорного полотнища;

- осуществлять управление вибрацией напорного полотнища и его поведением в зависимости от величины балласта и места его размещения на горизонтальном полотнище;

- определять режим работы устройства величиной углов наклона плоскости водовыпускной щели, падения отражения струи от дна.

Список использованных источников

1 Чернова, Д. А. Тенденции развития инженерно-технических решений очистки от наносов естественных и искусственных водотоков [Электронный ресурс] / Д. А. Чернова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2011. – № 2(02). – 6 с. – Режим доступа: <http://www.rosnii-pm-sm.ru/archive?n=21&id=27>.

2 Бондаренко, В. Л. Исследование мягких плотин мембранного типа: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Новочеркасск, 1974. – 26 с.

3 Чугаев, Р. Р. Гидравлика: учебник / Р. Р. Чугаев. – 4-е изд., доп. и перераб. – Л.: Энергоиздат Ленингр. отд-ние, 1982. – 672 с.

УДК 627.83:627.133:389

А. А. Чураев, Л. В. Юченко (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

ТРЕБОВАНИЯ К ОСНАЩЕНИЮ КИА И СОСТАВУ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОДНОГО ПОТОКА НА ВОДОЗАБОРНЫХ И ВОДОСБРОСНЫХ СООРУЖЕНИЯХ ГИДРОУЗЛА

В статье изложены требования к оснащению контрольно-измерительной аппаратурой (КИА) и составу контролируемых параметров водного потока водозаборных и водосбросных сооружений гидроузла. Приведены направления визуального и инструментального исследования; состав работ по контролю состояния сооружений; перечень необходимого оборудования для ведения системных наблюдений, а также состав контролируемых параметров водного потока при автоматизированном водоучете и водораспределении.

Водозаборные и водосбросные сооружения – составная часть гидроузла мелиоративного назначения.

Согласно ГОСТ 26966-86 [1], водозаборное сооружение – гидротехническое сооружение для забора воды в водовод из водоема, водотока или подземного водоисточника. Водосбросное сооружение – гидротехническое сооружение для пропуска воды, сбрасываемой из верхнего бьефа во избежание его переполнения.

В связи с возрастающими требованиями к безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений на мелиоративных системах особое внимание уделяется натурным наблюдениям и исследованиям на этих сооружениях.

Натурные наблюдения и исследования должны начинаться одновременно с началом строительства сооружений для уточнения проектных решений, корректирования и контроля производства работ. В период эксплуатации они служат контролем надежности работы сооружения, определяют показатели для назначения объемов профилактического ремонта.

Состав и объем натурных наблюдений и исследований, нужная аппаратура для этих работ, а также порядок и сроки их проведения устанавливаются проектной организацией при составлении проекта сооружений.

Проект нового гидротехнического сооружения должен содержать разработанный специальный проект натурных наблюдений за их работой и состоянием как в процессе строительства, так и при эксплуатации для своевременного выявления дефектов и неблагоприятных процессов, назначения ремонтных мероприятий, предотвращения отказов и аварий, улучшения режимов эксплуатации и оценки уровня безопасности и риска аварий.

Успешное проведение натурных исследований зависит от своевременной закладки контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) в гидротехнические сооружения и систематического наблюдения за этой аппаратурой.

Руководство строительства гидросооружений мелиоративных систем обязано обеспечить своевременную установку КИА, включая ее подготовку, сохранность и нормальную эксплуатацию. На установленную аппаратуру составляют акты, исполнительные чертежи размещения аппаратуры и другую документацию.

Натурные наблюдения и исследования, выполняемые с помощью измерительного оборудования, в обязательном порядке проводят

на сооружениях 3-го класса капитальности, а на сооружениях 4-го класса – когда это необходимо.

При помощи инструментального наблюдения и исследования углубляются и уточняются визуальные наблюдения по направлениям:

- гидравлические и связанные с ними вопросы режима наносов, процессы размыва и заиления, истирания, вибрации, пульсации гидродинамических явлений;

- деформации сооружений и их элементов, а также вопросы прочностной оценки;

- фильтрации и суффозии грунта.

Инструментальные наблюдения и исследования проводят при помощи установленного измерительного оборудования, контрольных реперов, знаков-указателей, щелемеров, марок, отвесов, мерных водосливов, пьезометров, а также с помощью нивелиров, теодолитов, штангенциркулей и других специальных приборов.

Основные дальнейшие направления развития натуральных исследований – их полная автоматизация. Для этого предполагается использовать дистанционные датчики. При этом необходима оптимизация размещения датчиков, чтобы при разумном минимуме их получать максимальную информацию. В настоящее время на небольших сооружениях с числом КИА до 200-300 более экономичными остаются неавтоматизированные системы контроля.

В состав работ по контролю состояния любых водозаборных и водосбросных сооружений входят также следующие наблюдения и исследования:

- измерение скоростей течения и определение расхода воды в верхнем и нижнем бьефе, а при технической возможности – в пределах сооружения;

- определение уровней воды в пределах подходного участка, сооружения в верхнем и в нижнем бьефе;

- изучение изменения связи расходов и уровней в верхнем и нижнем бьефе;

- наблюдения за гидравлическим режимом в пределах водозаборного и водосбросного сооружения, на подходе к нему и в зоне нижнего бьефа, непосредственно прилегающей к сооружению.

Для ведения систематических наблюдений за их работой, сооружения должны быть оборудованы: пунктами водоучета; промер-

ными створами выше и ниже водопропускного и водосбросного сооружения; опорными реперами и марками, фиксирующими состояние сооружений (максимальный, нормальный и минимальный уровни воды); знаками, определяющими распространение кривой подпора, границы особо опасных мест в отношении размывов и обрушений.

Определение расходов воды необходимо для установления пропускной способности сооружений. Фиксация уровней верхнего и нижнего бьефа, отвечающих определенным расходам, позволяет строить фактические кривые связи расходов и уровней, а также следить за изменением этой важной характеристики условий работы гидроузла. При этом створ измерения уровней, положение которого существенно зависит от конкретной компоновки сооружений, должен выбираться в зоне полного восстановления энергии суммарного потока от работы сооружения. Контроль положения кривой связи необходимо проводить каждый год.

Определение уровня воды и, в ряде случаев, воздухомыщения (аэрации) потока в пределах сооружения необходимо, чтобы судить о степени его наполнения и соответствия работы проектным предпосылкам. С этой же целью производятся и измерения скорости течения. В отдельных случаях такие измерения позволяют уточнить пропускную способность водосбросов.

Измерение уровней и скоростей течения в верхнем и нижнем бьефе должны проводиться также для сопоставления фактического режима с запроектированным и корректировки (при необходимости и возможности) режима работы водозаборного и водосбросного сооружения.

Наблюдения за гидравлическим режимом необходимы для того, чтобы установить его отклонения от предусмотренного проектом. Отклонения свидетельствуют о каких-то существенных изменениях в состоянии сооружения или о нарушении правил эксплуатации.

Контрольно-измерительная аппаратура (КИА), предназначенная для оценки воздействия водного потока на сооружение, включает датчики давлений, скорости потока, аэрации, кавитации и уровней.

Некоторые данные об измерительных приборах (первичных преобразователях-датчиках и, частично, вторичных преобразователях и регистрирующих приборах), которыми пользуются в практике на-

турных наблюдений за водозаборными и водосбросными сооружениями приведены в таблице 1 [2].

Таблица 1 – Измерительные приборы

Вид наблюдений или измеряемая величина	Прибор	Тип прибора
1 Уровень воды	Уровнемеры поплавковые Ультразвуковой уровнемер Преобразователь уровня измерительный струнный	ГР116, РУПТ-А ЭУС-ИУВ ПУВС
2 Осредненный пьезометрический напор (давление) воды и воздуха (вакуум)	Пьезометр Пьезометр-вакуумометр Преобразователь давления измерительный струнный прецизионный Пружинный манометр	ПДС-П-0,1
3 Осредненный и пульсационный пьезометрический напор (давление)	Измеритель осредненного пьезометрического напора (давления) Измеритель пьезометрического напора (индуктивный датчик давления)	ОПТ-С ДД-10, ДД-20
4 Скорость течения воды и содержание в потоке воздуха	Измеритель скорости и содержание воздуха в пристенном слое	ИСА-7
5 Скорость течения воды	Трубка Пито Вертушка	- ГМЦМ-1
6 Аэрация на границе потока	Измеритель аэрации на границе потока	ИАГ
7 Расход через подводящие напорные водоводы	Ультразвуковой расходомер Перепадный расходомер Ультразвуковой расходомер	ЭРУС ЭРИС, СПРИНТ

В данной таблице приведены не все используемые приборы, возможно также пользование каталогами зарубежных фирм и организаций, выпускающих соответствующую аппаратуру.

Для регистрации уровней воды могут применяться уровнемеры поплавковые, пневматические, ультразвуковые и др.

Измерения осредненного давления на обтекаемых поверхностях могут выполняться пьезометром, представляющим собой отрезок трубы, устье которой заделано заподлицо с этой поверхностью [2].

Для измерения гидродинамического давления используются, в основном, датчики индуктивного типа с чувствительным элементом в виде плоской мембраны, преобразующие механическое воздействие в электрические сигналы [2].

Принцип действия датчиков аэрации потока основан на измерении электрического сопротивления газожидкостной смеси для определения содержания в ней воздуха.

При производстве гидрометрических наблюдений используются вертушки.

При определении расхода через напорные водоводы используют ультразвуковые расходомеры.

Контрольно-измерительную аппаратуру необходимо периодически калибровать, что значительно увеличивает время безотказной работы приборов и повышает достоверность измерительной информации. Периодичность калибровки зависит от назначения и типа прибора, условий его работы и должна определяться местной инструкцией.

Для каждого конкретного водозаборного или водосбросного сооружения, с учетом класса сооружений на основании СНиП 33-01-2003 «Гидротехнические сооружения» [3], СНиП 2.06.03-85 «Мелиоративные системы и сооружения» [4], рекомендуется составлять местную инструкцию по размещению КИА, проведению натурных наблюдений и первичному анализу их результатов.

В состав контролируемых параметров водного потока на пунктах водоучета водозаборного и водосбросного сооружения входят:

- линейные размеры геометрического сечения измерительного участка;
- уровень (горизонт) воды;
- скорость водного потока;
- расход воды.

Контролируемыми параметрами при организации автоматизированного водоучета и водораспределения являются уровни воды в нижних бьефах, величины открытия затворов и расход воды (таблица 2).

Таблица 2 – Состав контролируемых параметров при автоматизированном водоучете и водораспределении

Способ регулирования	Источник орошения (водохранилище, река)	Головные водозаборные сооружения	Водовыделы, водозаборные сооружения	Сбросные сооружения
1	2	3	4	5
По верхнему бьефу (ВБ)	Уровень воды	Уровень нижнего бьефа, открытие затвора, расход	Расход, уровень нижнего бьефа, уровень верхнего бьефа	Расход
По нижнему бьефу (НБ)	То же	То же	То же	То же

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Смешанное	-	-	Расход, уровень верхнего бьефа, уро- вень нижнего бьефа	-
Постоянными перепадами	-	-	То же	-
Перетекающи- ми объемами	-	-	-	-
Непосредст. отбором рас- ходов	-	-	-	-

Допустимая общая относительная погрешность измерения расхода и объема воды на гидрометрических сооружениях и устройствах на водозаборных и водосбросных сооружениях должна определяться в соответствии с утвержденными методами по ГОСТ Р 51657.2-2000 (Методы измерения расхода и объема воды) [5], средствами водоизмерения по ГОСТ Р 51657.3-2000 (Гидрометрические сооружения и устройства) [6] и ГОСТ Р 51657.4-2000 (Измерение расходов воды с использованием водосливов с треугольными порогами) [7].

Показания приборов при проведении каждого вида натуральных исследований должны заноситься в память компьютера автоматизированной системы диагностического контроля и в базу данных.

Результаты наблюдений необходимо представлять ежегодно в виде технического отчета, в котором должны содержаться также рекомендации по режимам эксплуатации сооружений, организации ремонтных работ или выявленные на основе наблюдений вопросы, для разрешения которых необходимо обращаться в специализированные организации.

Список использованных источников

1 ГОСТ 26966-86. Сооружения водозаборные, водосбросные и затворы. Термины и определения. – Введ. 1987-01-01. – М.: Изд-во стандартов. – 7 с.

2 Рекомендации по анализу данных и контролю состояния водосбросных сооружений и нижних бьефов гидроузлов: П75-2000/ВНИИГ: утв. Департаментом научно-технической политики и развития РАО «ЕЭС России» 03.07.98: введ. III кв. 2000. – СПб.: «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева», 2000. – 32 с.

3 Строительные нормы и правила. Гидротехнические сооружения. Основные положения: СНиП 33-01-2003: утв. Госстроем России 30.06.03: введ. в действие с 01.01.04. – М.: Госстрой России, 2004. – 47 с.

4 Строительные нормы и правила. Мелиоративные системы и сооружения. Основные положения: СНиП 2.06.03-85: утв. Госстроем СССР 17.12.85: введ. в действие с 01.07.86. – М.: Госстрой СССР, 1986. – 95 с.

5 ГОСТ Р 51657.2-2000. Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Методы измерения расхода и объема воды. Классификация. – Введ. 2001-07-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. – 42 с.

6 ГОСТ Р 51657.3-2000. Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Гидрометрические сооружения и устройства. Классификация. – Введ. 2001-07-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. – 7 с.

7 ГОСТ Р 51657.4-2002. Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Измерение расходов воды с использованием водосливов с треугольными порогами. Общие технические требования. – Введ. 2003-07-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2003. – 39 с.

УДК 626/627.004.62/.63

Е. И. Шкуланов, А. М. Кореновский, Е. А. Савенкова
(ФГБНУ «РосНИИПМ»)

РАЗРАБОТКА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

В статье проведен анализ возникновения физического износа, определены основные параметры, влияющие на безопасность работы сооружений, рекомендованы количественные и качественные критерии диагностических показателей.

При эксплуатации гидротехнических сооружений (ГТС) мелиоративного назначения широко применяются для оценки износа и технического состояния конструкций визуальные и инструментальные обследования. В связи с этим возникает необходимость в установлении диагностических показателей физического износа, с помощью ко-

торых можно было бы объективно оценить физический износ и дать его количественное значение. В существующих нормативных документах это наименее проработанный вопрос 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 «РосНИИМП» с 2008 г. по 2011 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 достижении конструкциями ГТС определенного уровня надежности в ней будут наблюдаться необратимые повреждения: трещины, потеря устойчивости, пластические деформации, коррозионные повреждения и т.д.

Проведенные исследования показали также, что в ходе эксплуатации сооружения 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 ГОСТом, 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.

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 – без-

отказности. Продолжительность этого периода для гидроузлов составляет 5-7 лет, для других сооружений – 3-5 лет.

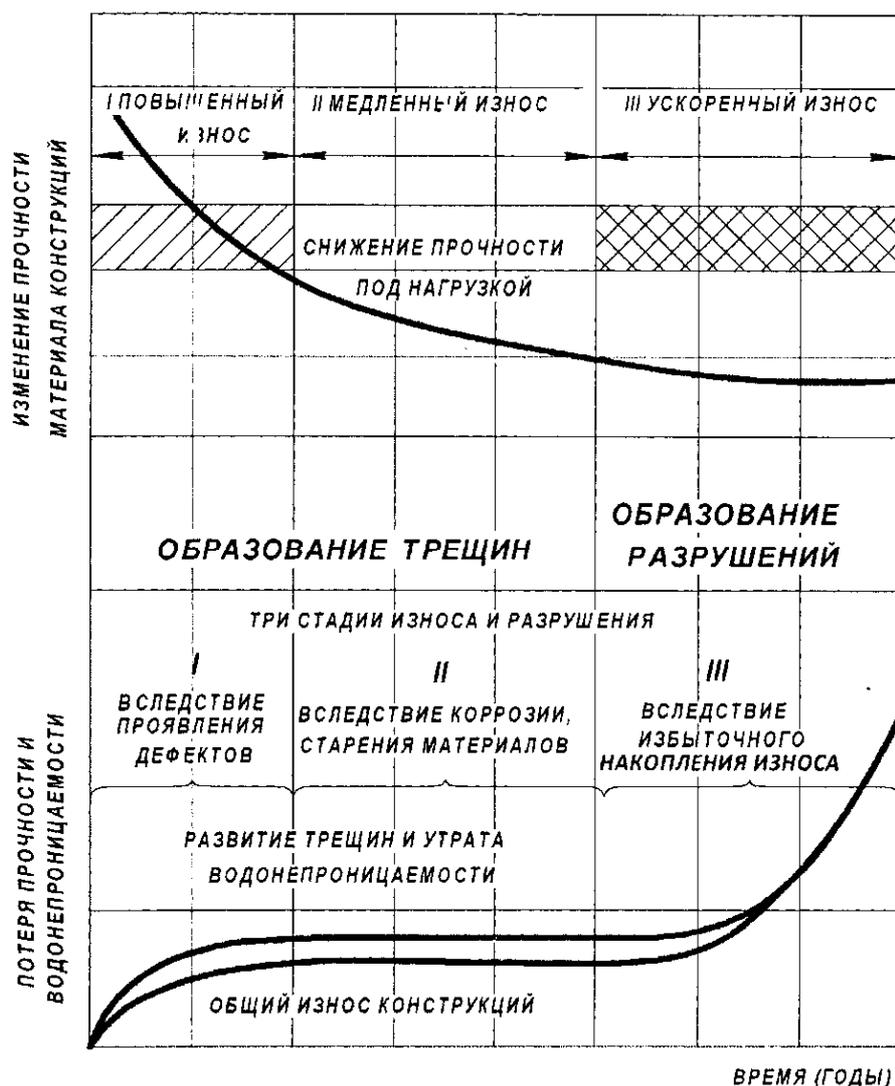


Рисунок 1 – Воздействие внешних и внутренних факторов на процесс износа

Второй период – период нормальной эксплуатации. Это период медленного износа, во время которого накапливаются необратимые деформации, приводящие к структурным изменениям материала сооружений и медленному его разрушению. Продолжительность этого периода составляет 40-60 лет.

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 натуральных 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, натуральных данных и на основе анализа состояния сооружений аналогичной конструкции, достигавших предельных состояний первой группы (по непригодности и 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 (таблица 1).

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

$$I = \left(1 - \frac{P}{P_{\text{тр}}}\right) \times 100,$$

где P – диагностический показатель, зафиксированный при обследовании;

$P_{\text{тр}}$ – диагностический показатель, требуемый по нормативной документации.

Таблица 1 – Диагностические показатели для оценки износа ГТС мелиоративного назначения

Показатели	Значения	Примечания
1	2	3
Превышение отметки гребня сооружений, создающих напорный фронт, над уровнем воды в водотоке, водоеме (пруд 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	$\frac{Q_{вод.соор}^{max}}{Q_{p\%}} \geq 1,0$	$Q_{вод.соор}^{max}$ – максимальная пропускная способность сооружения; $Q_{p\%}$ – расчетная пропускная способность сооружения заданной обеспеченности
Пропускная способность водозабора (водоспуска)	$\frac{Q_{тр.вод}}{Q_{соор}} \leq 1,0$	$Q_{тр.вод}$ – требуемый расход по графику водоподачи; $Q_{соор}$ – пропускная способность сооружения
Устойчивость грунта основания сооружения на механическую суффозию	$\frac{V_{суф}}{V_{вых}} > 1,0$	$V_{суф}$ – допустимая выходная скорость механической суффозии грунта сооружения основания; $V_{вых}$ – действительная выходная скорость фильтрационного потока
Статическая устойчивость откосов	$\frac{K_з}{K_д} \geq 1,0$	$K_з$ – коэффициент запаса устойчивости откосов; $K_д$ – допустимый коэффициент устойчивости

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Прочность грунта основания	$\frac{R_H}{R} > 1,0$	R_H – нормативное допустимое напряжение; R – действительное напряжение на грунт основания
Обеспечение надежности системы «сооружение-основание»	$\frac{R_{н.с.}}{\gamma_n \gamma_{lc} F} \geq 1,0$	$R_{н.с.}$ – 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	$\frac{V_{\Delta н. доп}}{V_{\Delta н. доп}} \geq 1,0 ;$ $\frac{V_{н. доп}}{V_{н. ср}} \geq 1,0$	$V_{\Delta н. доп}$ – допускаемая (неразмывающая) донная скорость потока в точке; $V_{\Delta н. доп}$ – действительная донная скорость потока в точке; $V_{н. доп}$ – допускаемая (неразмывающая) средняя скорость потока; $V_{н. ср}$ – средняя скорость потока
Условие незаиляемости	$\frac{V_{нез}}{V_{н. ср}} \geq 1,0$	$V_{нез}$ – 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 ГТС 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. пособие / 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.

Научное издание

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Сборник научных трудов

Выпуск 46

Подписано в печать 07.09.2012. Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. 7,96. Тираж 100 экз. Заказ № 48-5258.

ООО «Геликон»

Издательский дом «Политехник».
346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132.