

ISSN 2313-2248

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

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Сборник научных трудов

Выпуск 54

Новочеркасск
РосНИИПМ
2014

УДК 631.587

ББК 41.9

П 901

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. Н. Щедрин (главный редактор), Ю. М. Косиченко,
А. А. Чураев, Т. П. Андреева.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В. И. Ольгаренко – профессор кафедры «Мелиорация земель» Новочеркасского инженерно-мелиоративного института Донского государственного аграрного университета, заслуж. деятель науки РФ, чл.-кор. РАН, д-р техн. наук, профессор;

В. В. Бородычѳв – директор Волгоградского филиала Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации Россельхозакадемии, чл.-кор. РАН, д-р с.-х. наук, профессор.

П 901 Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 54. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – 145 с.

Сборник научных трудов подготовлен ФГБНУ «РосНИИПМ» по материалам научно-практических конференций «Новые технологии и подходы к модернизации и повышению безопасности гидротехнических сооружений», «Техническое регулирование в АПК: проблемы и решения», «Пути совершенствования мелиоративных систем».

УДК 631.587

ББК 41.9

ISSN 2313-2248



9

772313 224008

© ФГБНУ «РосНИИПМ», 2014

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПОДХОДЫ К МОДЕРНИЗАЦИИ И ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Баев О. А. Зарубежный и отечественный опыт применения бентонитовых матов в противofильтрационных экранах оросительных каналов и накопителей	6
Баев О. А. Изучение процесса регенерации повреждений в противofильтрационных экранах из геокомпозитных материалов ...	14
Баев О. А., Гарбуз А. Ю., Баева А. М. Современное состояние дюкера под р. Сал Донского магистрального канала	19
Кокарев Я. В., Косиченко Ю. М., Кореновский А. М. Способы строительства противofильтрационных облицовок на каналах оросительных систем	27
Косиченко Ю. М., Угроватова Е. Г. Гидравлические расчеты полигональных сечений каналов.....	38
Михайлов Е. Д. Обоснование применения размываемой грунтовой вставки на грунтовой плотине пруда Казенного на балке Атюхте бассейна реки Грушевки.....	43

РАЗДЕЛ II

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В АПК: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Воеводин О. В. Аналоги для разработки документации в области стандартизации в сфере проведения технического обслуживания гидротехнических сооружений	49
Жук С. Л. Нормативное обеспечение строительства горизонтального закрытого дренажа.....	58
Кожанов А. Л. Нормативно-правовое обеспечение эксплуатации водовыпусков оросительных каналов	62
Слабунов В. В. Современное состояние нормативного обеспечения в сфере проектирования мелиоративных объектов.....	70

Шепелев А. Е. Регулирование отношений в сфере обеспечения безопасности плавучих насосных станций мелиоративного назначения	75
Штанько А. С. Нормативно-методическое обеспечение подбора параметров поперечного сечения осушительных каналов при их проектировании.....	80

РАЗДЕЛ III

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Антонова Н. А., Домашенко Ю. Е., Васильев С. М. Оценка возможности возникновения кавитационной эрозии при осуществлении прогнозов местных размывов на сопрягающих сооружениях.....	84
Грузин В. В., Жантлесов Ж. Х., Кебекбай А. Н. Совершенствование способа гидромелиорации земли с недостаточной природной водообеспеченностью	87
Матвиенко А. О., Домашенко Ю. Е., Васильев С. М. Технологии подготовки животноводческих стоков для целей орошения.....	93
Пономаренко Т. С. Цифровое компьютерное моделирование гидродинамических процессов в среде MIKE.....	97
Турченко В. А., Рокочинский А. Н. Повышение эффективности функционирования рисовых оросительных систем на основе оптимизации их природно-мелиоративного режима.....	104
Хецуриани Е. Д., Богачёв А. Н., Териков А. С., Лапина И. А., Завалюев В. Э., Хецуриани Т. Е. Подбор эффективных коагулянтов для обработки «цветущей» донской воды.....	109
Хецуриани Е. Д., Богачёв А. Н., Териков А. С., Лапина И. А., Завалюев В. Э., Хецуриани Т. Е. Проблемы работы мелиоративных водозаборов во время «цветения» воды	115
Чураев А. А., Вайнберг М. В. Способ определения расхода воды на открытых каналах оросительных систем по методу «уклон – площадь».....	117

Чураев А. А., Юченко Л. В. Сбор исходной информации для построения модели динамического управления водораспределением на оросительной сети	124
Шепелев А. Е. Техническое обслуживание плавучей насосной станции мелиоративного назначения	133

РАЗДЕЛ I
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПОДХОДЫ
К МОДЕРНИЗАЦИИ И ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

УДК 626.823.916:553.611.6

О. А. Баев

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

ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ
БЕНТОНИТОВЫХ МАТОВ В ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ
ЭКРАНАХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ И НАКОПИТЕЛЕЙ

В статье рассмотрен зарубежный и отечественный опыт применения бентонитовых матов в противофильтрационных экранах на оросительных каналах и накопителях отходов. Приведены порядок и технология укладки экранов, а также примеры объектов, построенных в последнее время в России и странах Европы. Выделены наиболее известные компании – производители материала в России и за рубежом.

Ключевые слова: бентонитовые маты, противофильтрационные экраны, оросительные каналы, накопители отходов, компании-производители геосинтетических материалов.

Для противофильтрационной защиты оросительных каналов, накопителей отходов, водоемов кроме геомембран нашли применение бентонитовые маты (бентоматы), обладающие большими достоинствами по сравнению с другими противофильтрационными материалами и вместе с тем более экономичные и технологичные в укладке, надежно защищающие почву и грунтовые воды от различных загрязнений.

Бентоматы получили широкое распространение во многих европейских странах мира. Принцип материала основан на свойстве бентонита при полной гидратации разбухать и увеличиваться в объеме в 14–16 раз [1].

Значительный опыт использования бентоматов в противофильтрационных экранах накоплен за рубежом в таких странах, как Германия, США, Польша, Япония, Франция, Англия и другие [2].

Наиболее широкое применение бентоматы нашли в строительстве экранов и облицовок оросительных каналов и водоемов, шлако-

и шламохранилищ, накопителей твердых и жидких отходов, а также в других сферах строительства.

За рубежом по производству и применению бентоматов следует выделить следующие компании-лидеры: Naue (Германия), Carpi (Швейцария), SETCO (Польша), HUESKER Synthetic (Германия) [2].

Противофильтрационные устройства с применением бентоматов в России начали использоваться относительно недавно из-за недостаточной изученности их работы в сложных инженерно-геологических условиях (например, инфильтрации), при повреждаемости, гидратации и регенерации, а также применения материала на просадочных грунтах. Кроме того, большую роль сыграли высокая стоимость и необходимость импорта бентоматов из Европы, что в совокупности сделало их практически недоступными для отечественного строительства.

В настоящее время в РФ бентоматы производятся и реализуются такими компаниями, как «БентИзол», «Изобент», «СибСтрой-Экология», «Бентопром», «Полилайн» и другие [1].

В 2001 году осуществлялась реконструкция 1 км канала Дортмунд-Эмс в Германии, где применялись бентоматы фирмы Naue. Укладка материала производилась без опорожнения канала в стоящую воду (рисунок 1) [3].



Рисунок 1 – Укладка бентоматов в канал Дортмунд-Эмс

Для этого по специальному заказу бентоматы производились со слоем песка. Материал состоял из двух слоев геотекстиля, между которыми располагались бентонитовая глина и песок (как балластный слой); соединение отдельных слоев осуществлялось иглопробивным способом. Для укладки использовалось специальное оборудование на воде.

В дальнейшем для контроля сплошности экрана и отслеживания возможных утечек под бентонитовые маты были установлены стационарные приборы.

Еще одним примером применения бентоматов на оросительных каналах может служить участок канала в городе Зенфтенберг (Германия).

В 2010 году при реконструкции канала было решено применять бентоматы марки Ventofix NSP 4900 и геотекстиль Terrafix (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Реконструкция оросительного канала
в г. Зенфтенберг**

Длина канала составляет около 1 км, ширина по дну – в среднем 6 м. Конструкция канала интересна тем, что в двух местах канал переходит в туннели. Первый туннель длиной 64 м устроен на участке, где маршрут канала проходит через федеральную трассу. Второй туннель имеет протяженность 96 м, здесь канал проходит под рекой.

Генеральным подрядчиком проекта была компания Strabag AG, поставщиком материала – компания Naue. Площадь, на которой были применены бентоматы, составила 24000 м², защитный и подстилающий слой устраивался из мелкого щебня [3].

Поскольку оросительный канал проходит в сложных инженерных условиях (ниже уровня грунтовых вод), строительная бригада проекта дополнительно применяла геотекстильные материалы Terrafix из нетканого волокна, которые обладают гибкостью и стойкостью к истиранию.

На юге России многие оросительные каналы (магистральные, межхозяйственные и внутрихозяйственные) построены в период с 1952 по 1970 г. и нуждаются в реконструкции, особенно выполненные в земляном русле [4].

Так, например, на Донском магистральном канале (ДМК) в Мартыновском районе Ростовской области в условиях пониженных температур и повышенной влажности (инфильтрации грунтовых вод в канал) в 2013 году применялись бентонитовые маты фирмы Naue (Bentofix NSP 4900 X2) [5]. Участок ДМК с противофильтрационным экраном из бентоматов показан на рисунке 3.



Рисунок 3 – Участок ДМК с противофильтрационным экраном из бентоматов

Устройство противофильтрационного экрана производилось на площади 16 тыс. м². Бентоматы укладывались на подготовленное основание с защитным слоем из каменной наброски толщиной 0,3 м (рисунок 3).

Геокмпозитные бентонитовые маты нашли широкое применение не только на оросительных каналах, но и на накопителях различных отходов [6–8].

Один из самых больших накопителей отходов в Финляндии был построен в 1987 году, площадь накопителя – 50 гектар. В 2003–2004 годах производилась его реконструкция с применением геосинтетических материалов, таких как бентонитовые маты Bentofix В 6200-3 48.100, геотекстиль Secutex R 1204 78.000, георешетки Secugrid 200/40 R6 23.000 и геомембраны Carbofol 406 HDPE 2,5 мм фирмы Naue (рисунок 4) [3].



Рисунок 4 – Реконструкция накопителя отходов с применением геосинтетических материалов

Для того чтобы найти более подходящие решения, перед реконструкцией накопителя было создано два опытных участка с применением данных материалов, а также разработаны компьютерные модели и программы. На опытном участке, укрепленном георешеткой, производились замеры с помощью специальных приборов и оборудования, определялся коэффициент фильтрации на разных глубинах и в различных местах участка. По результатам проведенных на опытных участках исследований было решено производить реконструкцию полигона с применением вышеприведенных геосинтетических материалов фирмы Naue.

Необходимо отметить еще один накопитель отходов, на котором применялись бентоматы. Он находится в г. Аллоа (Шотландия). Существующий накопитель не отвечал современным требованиям и

нормативным документам, предъявляемым к защитным экранам полигонов. В проведении исследований накопителя принимали участие экологические консалтинговые фирмы и компания Naue [3].

Укладка бентоматов осуществлялась в 2005 году. В минимальные сроки (6 недель) на участке площадью 220000 м² были уложены бентоматы Bentofix BFG 5000 с защитным слоем из грунта толщиной 0,3 м (рисунок 5).



Рисунок 5 – Укладка бентоматов с защитным слоем из грунта на накопителе отходов

В ноябре 2013 года производилась укладка бентоматов Bentofix на накопителе отходов в г. Тихорецке Краснодарского края (рисунок 6). Площадь строящегося накопителя – 1,6 га.

Строительство накопителя отходов производилось рядом с уже существующим полигоном (по данным на 2013 г., всего на территории города 15 полигонов). По данным наблюдений, уже существующий полигон оказывал негативное воздействие на окружающую природную среду. Под воздействием дождевой воды органические и неорганические составляющие полигона отходов растворялись, образуя высокотоксичный фильтрат, собирающийся в его основании. Поэтому для защиты от загрязнения было принято решение произвести строительство нового накопителя отходов с применением современных геокомпозитных материалов – бентоматов.



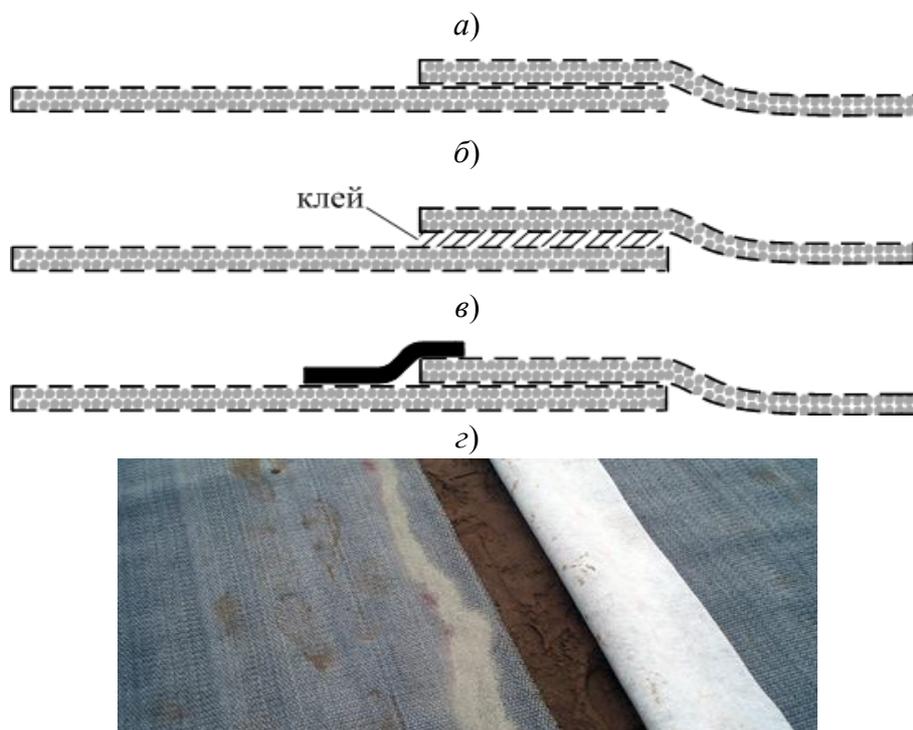
Рисунок 6 – Противофильтрационный экран с бентоматами и защитным слоем из щебня

Устройство противофильтрационного экрана накопителя отходов выполнялось следующим образом. Производились подготовка грунтового основания, его выравнивание, очистка от мусора и уплотнение виброкатками. На подготовленное основание с помощью траверс укладывались полотнища натриевых бентонитовых матов фирмы Naue размером 5×40 м.

Бентоматы соединяют между собой путем нахлеста. Нахлест материала в местах стыков рулонов по ширине должен быть не менее 300 мм. Смещение швов в местах стыковки по длине должно быть не менее 500 мм.

Обычно выделяют четыре способа соединения отдельных полотнищ бентоматов (рисунок 7): простое соединение внахлест (либо крепление полотнищ с помощью степлера); проклеивание места стыка полотнищ; соединение с помощью геомембраны; просыпка мест стыков бентонитовым порошком. Чаще всего используется простое соединение полотнищ внахлест.

Для защиты бентоматов от механических повреждений устраивался защитный слой из щебня (фракции 5–20 мм) толщиной 0,15–0,20 м (рисунок 6).



a – простое соединение внахлест; *б* – соединение с помощью клея; *в* – соединение стыков с помощью геомембраны; *г* – соединение с помощью бентонитового порошка

Рисунок 7 – Способы укладки и соединения отдельных полотнищ бентоматов

Разравнивание и уплотнение поверхности не производилось для исключения механических повреждений машинами и механизмами.

Для сбора и отвода образовавшегося жидкого фильтрата на накопителе в г. Тихорецке по всему его контуру возводилась «стена в грунте» железобетонной конструкции глубиной 1,5–1,8 м.

Список использованных источников

1 Завьялов, С. В. Геосинтетика на основе бентонита / С. В. Завьялов // Гидротехника. – 2014. – № 2(35). – С. 52–55.

2 Баев, О. А. Основные виды и свойства геосинтетических материалов и геокомпозитов для противофильтрационных экранов накопителей и каналов / О. А. Баев // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ»; под ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск: «Геликон», 2013. – Вып. 51. – С. 34–42.

3 NAUE GmbH & Co. KG. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://naue.com>.

4 Косиченко, Ю. М. Каналы переброски стока России / Ю. М. Косиченко. – Новочеркасск: НГМА, 2004. – 240 с.

5 Перелыгин, А. И. Об эксплуатации крупных каналов в условиях реконструкции / А. И. Перелыгин, А. В. Белов // Гидротехника. – 2014. – № 2(35). – С. 50–51.

6 Баев, О. А. Использование геосинтетических материалов для защиты грунтовых вод от загрязнения / О. А. Баев // Проблемы мелиорации и водного хозяйства: сб. науч. тр. / ФГБОУ ВПО НГМА. – Новочеркасск, 2012. – С. 22–27.

7 Ищенко, А. В. Экраны накопителей промышленных и бытовых отходов с современными геосинтетическими материалами / А. В. Ищенко, О. А. Баев // Строительство 2012: материалы Междунар. науч.-практ. конф. / ФГБОУ ВПО РГСУ. – Ростов н/Д., 2012. – С. 72–74.

8 Высоконедежные конструкции противодиффузионных облицовок каналов и водоемов с применением инновационных материалов / В. Н. Щедрин, Ю. М. Косиченко, А. В. Ищенко, О. А. Баев; ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2013. – Деп. в ВИНТИ 13.01.14, № 7-В2014.

УДК 626.823.916

О. А. Баев

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

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА РЕГЕНЕРАЦИИ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЭКРАНАХ ИЗ ГЕОКОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье приведены данные о некоторых новых и усовершенствованных конструкциях противодиффузионных экранов для прудов-накопителей и оросительных каналов с использованием геокомпозитных материалов. Некоторые из разработанных конструкций с использованием полимерных геомембран обладают свойством регенерации повреждений, которые неизбежны в процессе строительства и эксплуатации сооружений. Для одного из вариантов комбинированных конструкций проведены лабораторные исследования, которые заключались в определении эффективности самозалечивания повреждений полимерной геомембраны в результате гидратации бентонитового порошка.

Ключевые слова: регенерация, бентонитовые маты, противодиффузионные экраны, геокомпозитные материалы.

В процессе строительства противодиффузионных экранов с полимерными материалами неизбежны механические повреждения при их укладке или устройстве защитных покрытий, а также в про-

цессе эксплуатации сооружения [1]. Кроме того, такие повреждения неизбежны при использовании полимерных геомембран в противofильтрационных экранах накопителей отходов.

Образование повреждений в полимерных экранах (в виде отверстий и щелей) приводит к потерям воды и фильтрата, а также негативному воздействию различных прудов-накопителей, каналов оросительных систем, выполненных в земляном русле, на окружающую природную среду.

В связи с этим необходима разработка новых конструкций противofильтрационных устройств из геокомпозитных материалов, обладающих свойством регенерации (самозалечивания) возможных повреждений в процессе эксплуатации сооружения.

Несмотря на разнообразие традиционных и новых конструкций противofильтрационных экранов прудов-накопителей [2–7], в настоящее время потери воды на фильтрацию остаются значительными, поэтому разработка и усовершенствование конструкций экранов каналов и накопителей остается важным направлением.

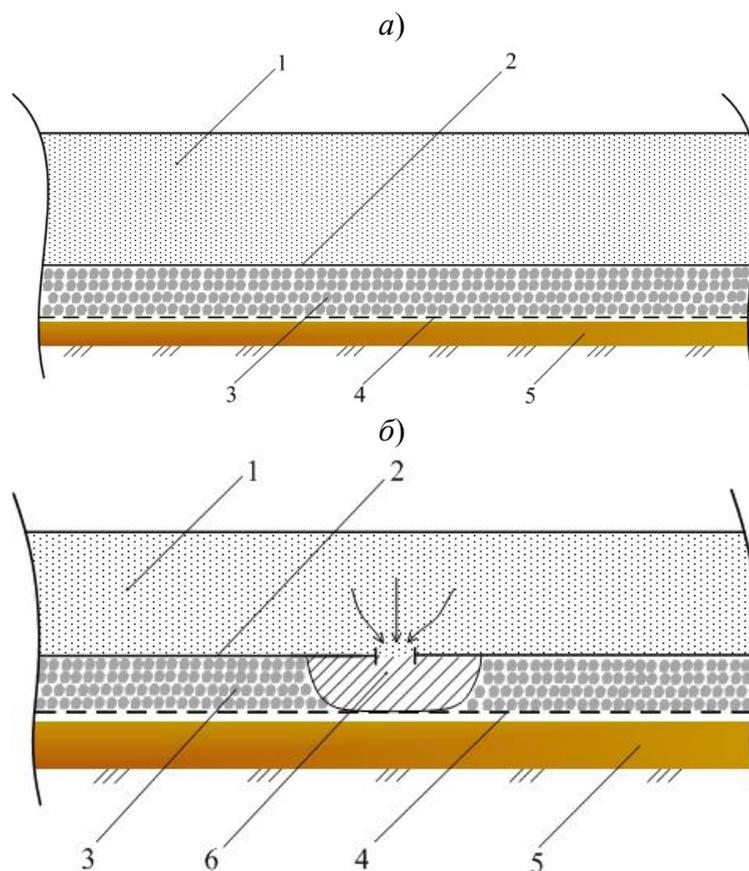
На рисунке 1 представлена разработанная комбинированная конструкция противofильтрационного покрытия для оросительных каналов и прудов-накопителей.

Конструкция покрытия состоит из подстилающего слоя крупнозернистого песка толщиной 10 см, тканого геотекстиля «Стабитекс» плотностью 380 г/м², Са-бентонита толщиной 2 мм, полимерной геомембраны толщиной 1,5 мм на основе полиэтилена высокого давления, защитного слоя из минерального грунта толщиной 0,3–0,5 м.

Для изучения особенностей работы предложенной конструкции (рисунок 1) были проведены лабораторные исследования, которые заключались в определении эффективности самозалечивания повреждений полимерной геомембраны (Θ_{ϕ} , %) в результате гидратации бентонитового порошка.

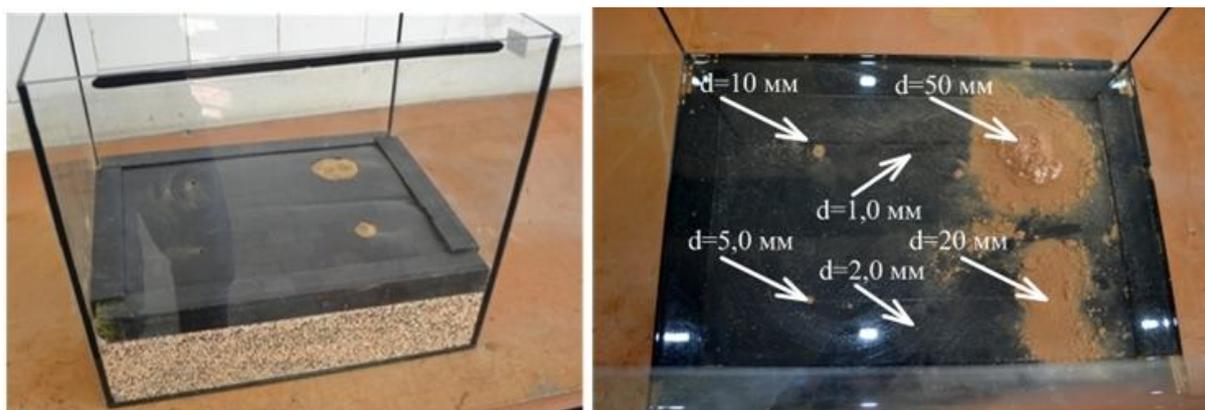
Для наглядности проведения лабораторного эксперимента принимались следующие параметры: диаметры повреждений в полимерной геомембране: $d_1 = 1,0$ мм; $d_2 = 2,0$ мм; $d_3 = 5,0$ мм; $d_4 = 10,0$ мм; $d_5 = 20,0$ мм; $d_6 = 50,0$ мм; время гидратации – до 48 часов; слой Са-бентонитового порошка – 2 мм.

После наполнения емкости водой (объемом 14 л) сразу же происходит гидратация бентонита и регенерация повреждений в полимерной геомембране (рисунок 2).



a – до образования повреждения; *б* – после повреждения полимерной геомембраны;
 1 – защитный слой минерального грунта; 2 – полимерная геомембрана; 3 – слой
 бентонитового порошка; 4 – полотнище геотекстиля; 5 – подстилающий слой;
 б – область самозалечивания повреждения

**Рисунок 1 – Комбинированная конструкция
 противofильтрационного покрытия
 для каналов и прудов-накопителей**



a *б*
a – до регенерации; *б* – после регенерации

**Рисунок 2 – Регенерация повреждений полимерной геомембраны
 в результате гидратации бентонита**

Процесс гидратации установился спустя 48 часов. При этом, как показано на рисунке 3, происходит выход Са-бентонита наружу через отверстия в полимерной геомембране.



Рисунок 3 – Выход Са-бентонита через отверстия в геомембране

По результатам лабораторных исследований была установлена примерная эффективность самозалечивания повреждений в геомембране (Θ_{ϕ} , %) в зависимости от диаметра повреждения. Так, например, при $d_1 = 5,0$ мм $\Theta_{\phi} = 25,0$ %, при $d_3 = 20,0$ мм $\Theta_{\phi} = 95,0$ %. Это позволяет сделать вывод: чем больше диаметр повреждения в полимерной геомембране, тем эффективнее происходит регенерация (рисунок 2, б). Зависимость эффективности самозалечивания от диаметра повреждения представлена на рисунке 4.

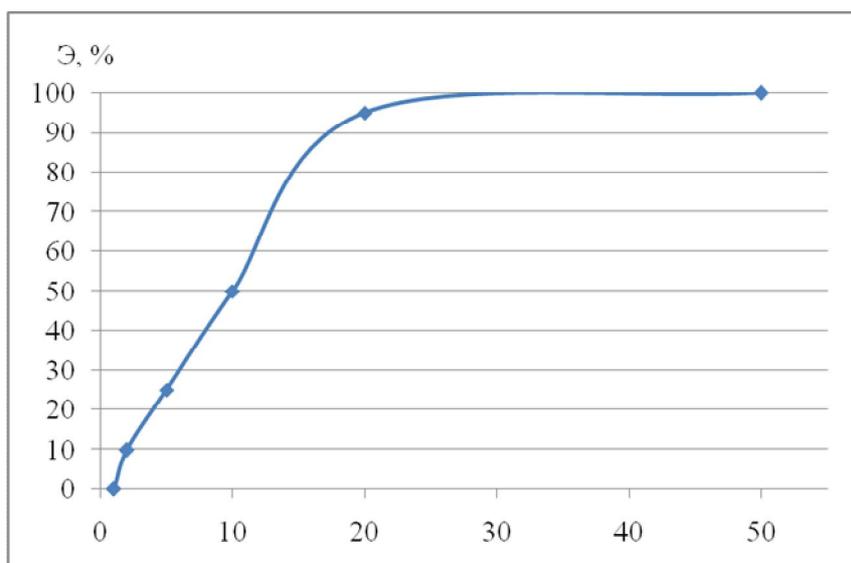


Рисунок 4 – Зависимость эффективности самозалечивания от диаметра повреждения в полимерной геомембране

Несмотря на большое количество геосинтетических материалов, используемых в комбинированных конструкциях, и их относительно высокую стоимость, общая стоимость комбинированной конструкции вместе с ее устройством не превышает стоимости традиционного глиняного экрана. Например, экран из бентонитовых матов (в гидратированном состоянии толщиной 1 см) эквивалентен слою глины толщиной не менее 90 см.

Основные преимущества разработанной конструкции, обладающей свойством регенерации повреждений полимерной геомембраны:

- при возможных повреждениях полимерной геомембраны (как в процессе строительства, так и в процессе эксплуатации сооружения) осуществляется самозалечивание образовавшихся повреждений в результате гидратации Са-бентонита, что обеспечивает полную гидроизоляцию конструкции;

- данная конструкция более экономична по сравнению с традиционными противодиффузионными экранами за счет исключения контроля целостности и ремонта обнаруженных повреждений.

Список использованных источников

1 Защитные покрытия оросительных каналов / В. С. Алтунин, В. А. Бородин, В. Г. Ганчиков, Ю. М. Косиченко. – М.: Агропромиздат, 1988. – 160 с.

2 Чернов, М. А. Конструкции защитных облицовок каналов и водоемов с применением геосинтетических материалов [Электронный ресурс] / М. А. Чернов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2011. – № 3(03). – 13 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=37&id=42>.

3 Косиченко, Ю. М. Новые конструкции полимерных противодиффузионных экранов / Ю. М. Косиченко, В. А. Белов // Гидротехника и мелиорация. – 1987. – № 11. – С. 57–61.

4 Баев, О. А. Противодиффузионные покрытия с применением бентонитовых матов для накопителей жидких отходов [Электронный ресурс] / О. А. Баев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ,

2013. – № 3(11). – 10 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=188&id=199>.

5 Ищенко, А. В. Повышение эффективности и надежности противofильтрационных облицовок оросительных каналов: монография / А. В. Ищенко. – Ростов н/Д.: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки», 2006. – 211 с.

6 Косиченко, Ю. М. Гибкие конструкции противofильтрационных и берегоукрепительных покрытий с применением геосинтетических материалов / Ю. М. Косиченко, А. В. Ломакин // Известия высших учебных заведений. Технические науки. – 2012. – № 5. – С. 73–79.

7 Высокonaдежные конструкции противofильтрационных облицовок каналов и водоемов с применением инновационных материалов / В. Н. Щедрин, Ю. М. Косиченко, А. В. Ищенко, О. А. Баев; ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2013. – Деп. в ВИНТИ 13.01.14, № 7-В2014.

УДК 626.823.92.001.2

О. А. Баев, А. Ю. Гарбуз, А. М. Баева

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

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДЮКЕРА ПОД Р. САЛ ДОНСКОГО МАГИСТРАЛЬНОГО КАНАЛА

В статье приведены результаты натурных обследований состояния дюкера под рекой Сал Донского магистрального канала. Обследования выполнены в продолжение научно-исследовательской работы, предусмотренной бюджетной тематикой Российского НИИ проблем мелиорации. Также приведены результаты анализа проектного и исполнительного материала.

Ключевые слова: дюкер, магистральный канал, оросительная сеть, оросительная система, Донской магистральный канал.

Донской магистральный канал (ДМК) начинается у левобережной части Цимлянской плотины (ПК 0), проходит по междуречью Дон – Маныч на территории трех административных районов: Волго-Донского, Мартыновского и Семикаракорского – и заканчивается на ПК 1122 в верховьях балки Садковской, имея общую длину 112,2 км.

Назначение ДМК – орошение и обводнение донской водой засушливых районов Ростовской области. Общая площадь орошения из ДМК составляет порядка 229,6 га (нетто), площадь обводнения – около 300 тыс. га [1, 2].

Из ДМК получают воду следующие оросительные и обводнительные системы:

- Нижне-Донская с орошаемой площадью 56,3 тыс. га нетто;
- Верхне-Сальская с площадью орошения 38,5 тыс. га и площадью обводнения около 300 тыс. га;
- Пролетарская с орошаемой площадью 23,5 тыс. га.

Помимо этого, непосредственно из канала на головном участке ДМК орошается порядка 16,6 тыс. га.

Схематический план трассы ДМК представлен на рисунке 1.

Кроме того, ДМК подает воду в Веселовское и Пролетарское водохранилища. На всем своем протяжении, за исключением тоннельного перехода, ДМК имеет однообразный уклон $i = 0,00003$, уклон тоннелей – $i = 0,0006$.

ДМК оборудован гидротехническими сооружениями для регулирования расходов и горизонтов воды в канале, к числу которых относятся головное сооружение ДМК при Цимлянской плотине, перегородившее сооружение на северных порталах тоннеля, катастрофические сбросы на дюкере.

При пересечении каналом р. Сал расположен дюкер (ПК 406+96 – ПК 410+39), состоящий из железобетонной трехочковой трубы с тремя прямоугольными отверстиями размером 4,5×4,2 м каждое. Железобетонный дюкер на реке Сал был построен в 1959 году. Входной и выходной пороги трубы расположены на одной отметке 21,18 м, а средняя, русловая, часть заглублена на 7 м и имеет отметку днища 14,0 м.

Водопроводящий дюкер через р. Сал имеет пропускную способность $Q = 110 \text{ м}^3/\text{с}$, состоит из трех ниток и расположен от ПК 407+45 до ПК 409+90 по трассе ДМК. Дюкер совмещен с катастрофическим сбросом расходом до $55 \text{ м}^3/\text{с}$. Катастрофический сброс обеспечивает подачу донской воды в р. Сал, а при необходимости позволяет быстро освободить от воды тоннель.

Для сопряжения дюкера с каналом в верхнем и нижнем бьефах устроены оголовки в виде береговых устоев с обратными стенками и промежуточными бычками, перекрытыми по верху съемными железобетонными плитами. В бычках и устоях имеются пазы для установки ремонтных затворов и оградительных решеток.

Общая длина дюкера между лицевыми стенками оголовков – 243,3 м, а собственно трубы – 207,6 м.

Схема дюкера ДМК через р. Сал приведена на рисунке 2 [2].

СХЕМА ДОНСКОГО МАГИСТРАЛЬНОГО КАНАЛА

Условные обозначения

- | | | | |
|---|--|---|---|
|  | Донской магистральный канал |  | Мост |
|  | Межхозяйственный распределитель |  | Труба-ливнепровод |
|  | Ливнеотводящий тракт |  | Водомерный пост |
|  | Водовыпуск в межхозяйственный распределитель |  | Километровый знак |
|  | Водовыпуск в хозяйственный распределитель |  | Эксплуатационный поселок |
|  | Перегораживающее сооружение |  | Линейная эксплуатационная точка (усадьба) |
|  | Сброс |  | Рыбозащитное сооружение |
|  | Насосная станция | | |

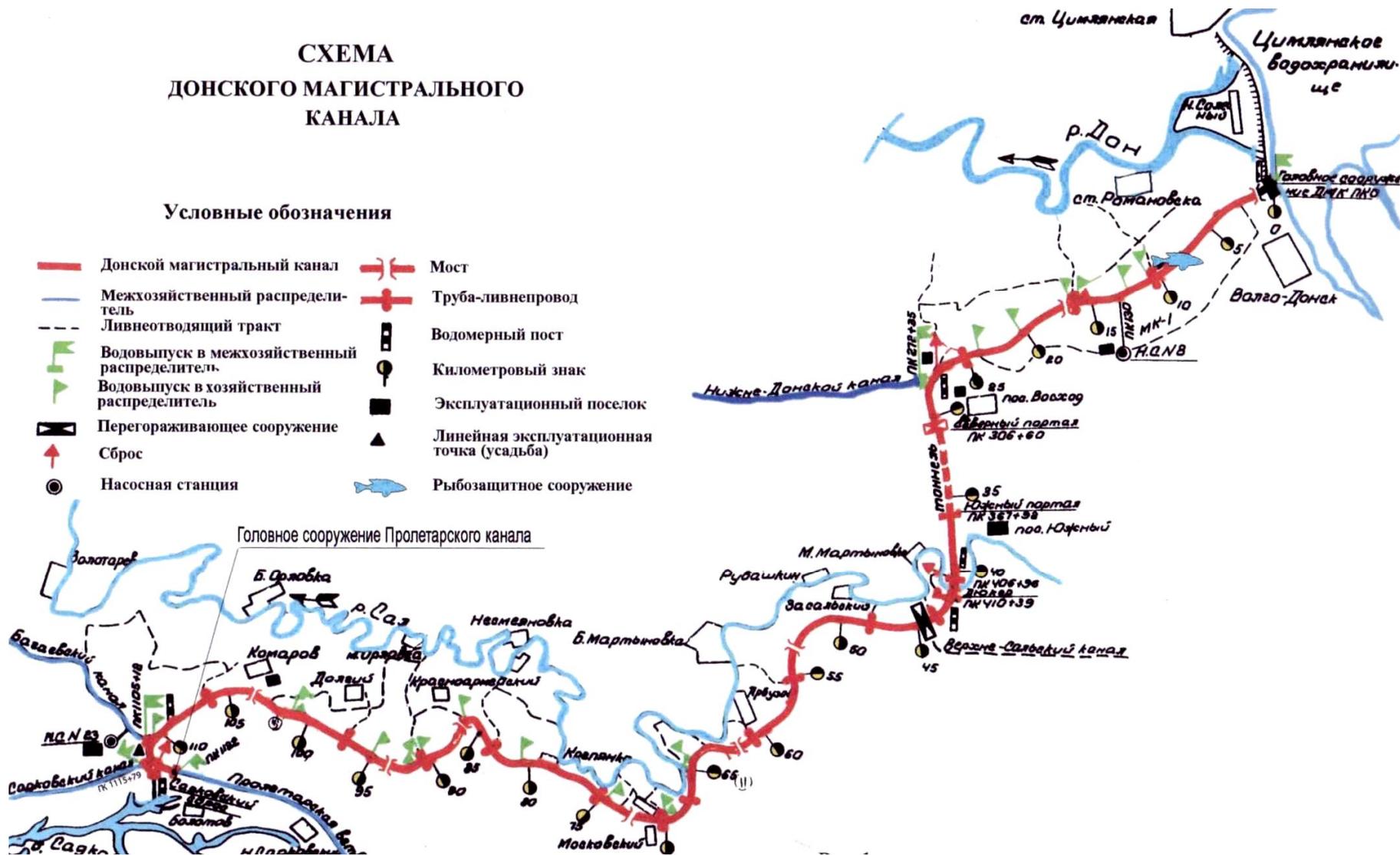


Рисунок 1 – Трасса ДМК с основными сооружениями и эксплуатационными участками

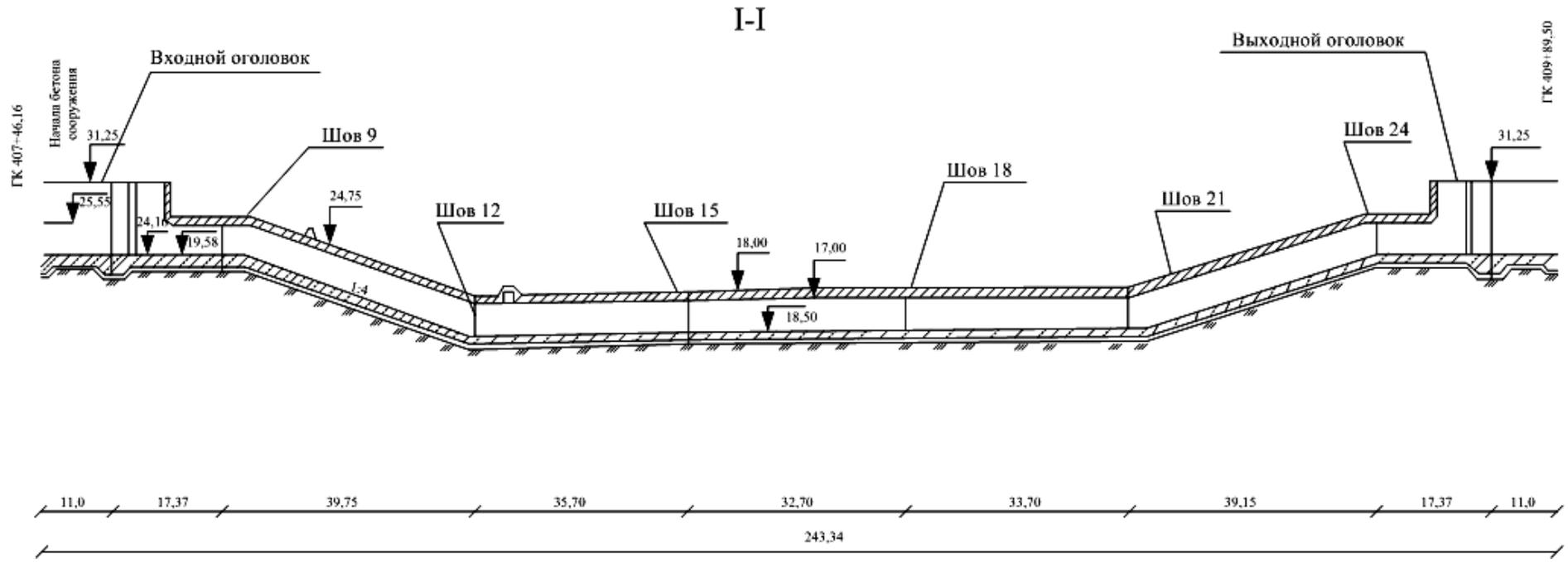


Рисунок 2 – Схема дюкера ДМК через р. Сал

В средней, самой низкой, части дюкера расположены смотровые люки с герметическими крышками. С выходным оголовком дюкера совмещен катастрофический сброс в р. Сал, выходная часть которого является продолжением входного оголовка дюкера.

Затворы катастрофического сброса дюкера, ремонтные затворы и оградительные решетки обслуживаются кран-балками с ручным приводом грузоподъемностью 15 т, перемещающимися по специальным эстакадам.

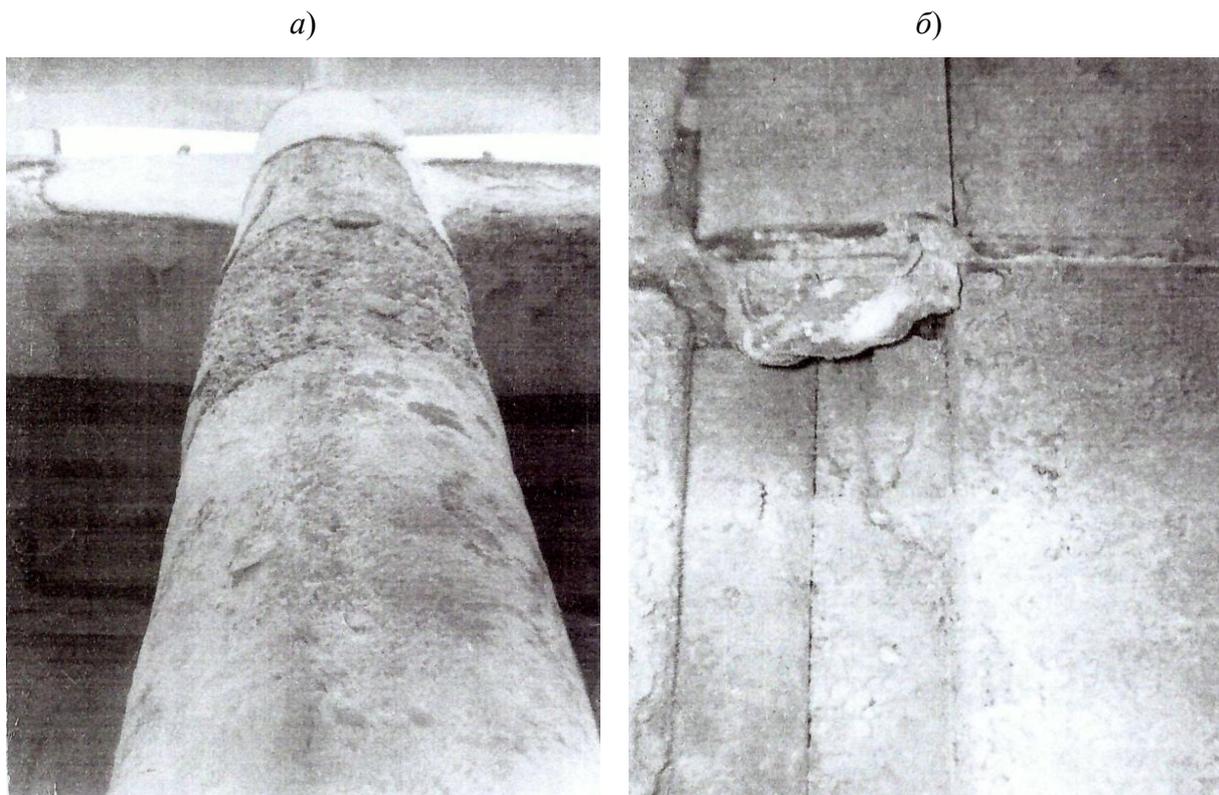
Русло р. Сал на протяжении 100 м вверх по течению от дюкера и 50 м вниз укреплено каменной наброской по дну и каменной мостовой по откосам. Оголовки дюкера служат одновременно и мостовыми переходами через канал, на каждом переходе устроена мощеная дорога.

Катастрофический сброс, как и дюкер, состоит из трехочковой железобетонной трубы, но здесь труба короткая и наклонная, заканчивается в русле реки водобойным колодцем. Три донных отверстия сброса, каждое размером 0,8×4,2 м, перекрытые железобетонной диафрагмой, закрываются плоскими колесными затворами (рисунок 3).



Рисунок 3 – Катастрофический сброс из дюкера в р. Сал

За истекший период Управление эксплуатации ДМК ни разу не ремонтировало разрушенные элементы дюкера. Большинство этих элементов – бычки, железобетонные плиты перекрытия, диафрагмы, шпонки – частично разрушились от циклического воздействия замораживания и оттаивания, увлажнения и высушивания. Разрушение наблюдается по линии колебания уровня грунтовых вод в ДМК и в основании бычков при их постоянном увлажнении в весенне-осенний период года (рисунок 4).



a – разрушение бетона бычка; *б* – состояние шпонок дюкера

Рисунок 4 – Состояние отдельных элементов дюкера

Состояние железобетонных элементов дюкера устанавливалось визуально.

На входном портале дюкера наблюдается существенное разрушение бетона бычков от кавитации (рисунок 4, *a*). При простукивании металлических пластин шпоночных соединений молотком под ними была обнаружена пустота, металлические пластины легко извлекаются из швов (рисунок 4, *б*) [2].

В несколько лучшем состоянии находятся левая и правая подпорные стенки дюкера, но здесь же обнаружена оголенная арматура

(рисунок 5), на которой полностью отсутствует защитный слой бетона, под арматурой просматривается рыхлый бетон.



Рисунок 5 – Оголенная арматура на стенках дюкера

В настоящее время ООО «Донсельхозводстрой» производит реконструкцию выходной части дюкера. Реконструкция заключается в укреплении дна и откосов с помощью бетонных плит и каменной наброски (рисунок 6).



Рисунок 6 – Реконструкция выходной части дюкера ДМК

Исходя из проведенных ФГБНУ «РосНИИПМ» обследований дюкера ДМК, а также анализа проектной и исполнительной документации, можно сделать следующие выводы:

1 Качество бетона в железобетонных элементах дюкера входного и выходного порталов низкое и требует капитального ремонта.

2 Шпоночные соединения находятся в аварийном состоянии: битумные маты и металлические шпонки сгнили, металлические элементы поражены коррозией, на некоторых участках шпоночные соединения отсутствуют.

3 Происходит фильтрация воды через деформационные швы на стыке наклонной части с горизонтальным участком дюкера со стороны выходного портала.

4 Бетон в горизонтальной части дюкера требует ремонта на плохо провибрированных участках, трещины должны быть заинъектированы цементным раствором, в некоторых местах наблюдается оголение арматуры и ее коррозия.

5 Наблюдается разрушение бетона бычков: бетон разморожен, отсутствует сцепление арматуры с бетоном.

6 Ремонт деформационных швов должен выполняться специализированным подразделением, имеющим соответствующее оборудование и опыт в осуществлении инъекционных и противофильтрационных работ.

Список использованных источников

1 Руководство по проектированию магистральных и межхозяйственных каналов оросительных систем: ВТР-П-7-75. – М.: Минмелиоводхоз СССР, 1975. – 51 с.

2 Отчет об инструментальном обследовании дюкера через реку Сал Донского магистрального канала в р/п Южный Ростовской области Мартыновского района / «Южгипроводхоз». – 1987. – 64 с.

Я. В. Кокарев, Ю. М. Косиченко, А. М. Кореновский

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

СПОСОБЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ОБЛИЦОВОК НА КАНАЛАХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

В статье дан обзор патентов и научно-технической литературы по способам строительства и технологиям, применяемым для устройства противофильтрационных облицовок на каналах. Установлено, что в современном мелиоративном строительстве используются устаревшие приемы и способы строительства противофильтрационных облицовок каналов оросительных систем, слабо внедрены новые материалы и технические решения в области механизации технологического процесса строительства. Авторами рассмотрены передовые технические решения и предложен вариант модификации существующей технологии строительства противофильтрационных облицовок на их основе.

Ключевые слова: каналы, оросительная система, гидромелиоративное строительство, геомембрана, геотекстиль.

Использование противофильтрационных облицовок в практике гидромелиоративного строительства играет немаловажную роль. Облицовка русел каналов оросительных сетей позволяет исключать потери воды на фильтрацию и тем самым существенно экономить воду, предотвращать эрозию почвы на участках, прилегающих к каналу, заиливание русел каналов и зарастание их сорной влаголюбивой растительностью [1]. Использование облицовок повышает гидравлическую эффективность каналов и их пропускную способность. Так, например, применение современных бетонопленочных облицовок с геомембраной позволило повысить КПД третьей очереди строительства Большого Ставропольского канала (БСК-3) от 0,704 до 0,984. Применение противофильтрационных облицовок на распределительном канале Бг-Р-7 Багаевско-Садковской ОС в Ростовской области позволило увеличить КПД от 0,789 до 0,979 [2].

В XX веке произошла эволюция противофильтрационных мероприятий, начиная от малоэффективных методов кольматации русел каналов, устройства монолитных и сборных бетонных и асфальтобетонных облицовок, облицовок с применением полиэтиленовых пленок, заканчивая применением комбинированных облицовок с использованием современных геосинтетических материалов.

Для исключения больших непроизводительных потерь воды из каналов оросительных систем важной задачей является разработка инновационных материалов и технологий создания противofильтрационных покрытий нового поколения из геосинтетических материалов, основанных на использовании научно-технических достижений в области полимеров и синтетических материалов, в том числе отходов их производства. Это позволяет практически полностью исключать потери на фильтрацию за счет повышения надежности, гибкости и долговечности таких покрытий, достигающей 50–100 лет, при сравнительной их экономичности и повышать КПД каналов до максимума (0,97–0,98), за исключением только потерь на испарение и сбросы.

Общая протяженность оросительной сети в Российской Федерации составляет 187 тыс. км, в том числе на системах, находящихся в федеральной собственности, – 52 тыс. км. Срок эксплуатации большинства систем составляет более 30–50 лет. По этой причине физический износ оросительной сети и сооружений на ней достигает 60 %, что требует ее реконструкции на протяжении более 93,5 тыс. км [3].

В настоящее время подавляющая часть каналов в РФ выполнена с применением устаревших полиэтиленовых пленок. В 2008–2009 годах сотрудниками РосНИИПМ проводились натурные исследования распределительного канала Бг-Р-7 Багаевско-Садковской ОС и Нижне-Маньчского канала в Ростовской области. В процессе этих работ были установлены случаи сползания плит облицовки, прорастания камыша и рогоза сквозь пленку. КПД этих каналов составляет 0,83–0,84. Это вызвано небольшой толщиной используемого противofильтрационного элемента и устаревшей конструкцией покрытия. С другой стороны, анализ работы каналов, строительство которых было выполнено с использованием геомембран (в частности, каналов Pilat, Amarilla, Lateral в США), показал, что КПД этих каналов выше 0,95, а это является высоким показателем [4].

Решение данной проблемы видится в совершенствовании конструкции противofильтрационных облицовок, применении современных материалов, а также усовершенствовании существующей технологии строительства.

Технология строительства современных противofильтрационных покрытий каналов оросительных систем должна учитывать большое количество факторов, таких как особенности режима грун-

товых вод местности, климатические условия, особенности структуры почв и прочие. В настоящее время, несмотря на многообразие конструкторских решений в области механизации и оптимизации технологических процессов устройства противодиффузионного покрытия, до сих пор используются устаревшие технологические решения, а работы производятся комплексами общестроительных машин. В некоторых случаях это бывает оправдано, но чаще всего приводит к излишним экономическим и трудовым затратам. В данной статье будут рассмотрены существующие способы укладки противодиффузионного покрытия и возможности их модернизации [5].

Общепринятая технология строительства облицовок, разработанная для устаревших покрытий с использованием полиэтиленовой пленки и защитного слоя из монолитного бетона, включает следующие последовательные операции:

- разработку грунта (скреперами, бульдозерами, одноковшовыми экскаваторами или машинами непрерывного действия) по трассе канала;

- отсыпку защитного слоя грунта, который не должен содержать включений свыше 6 мм;

- обработку защитного слоя гербицидами;

- уплотнение защитного слоя с применением трамбовок и катков;

- расстилку и соединение защитной пленки;

- распределение и уплотнение бетонной смеси по периметру канала (виброформами МБ-15, МБ-17, Д-655Б, МБ-25);

- устранение дефектов бетона и частичную затирку его поверхности вручную;

- нарезку деформационных швов и нанесение на поверхность свежееуложенного бетона пленкообразующих жидкостей (нарезчиками швов Д-656А, МБ-26);

- заливку деформационных швов герметизирующим материалом (заливщиками швов МБ-16) [6].

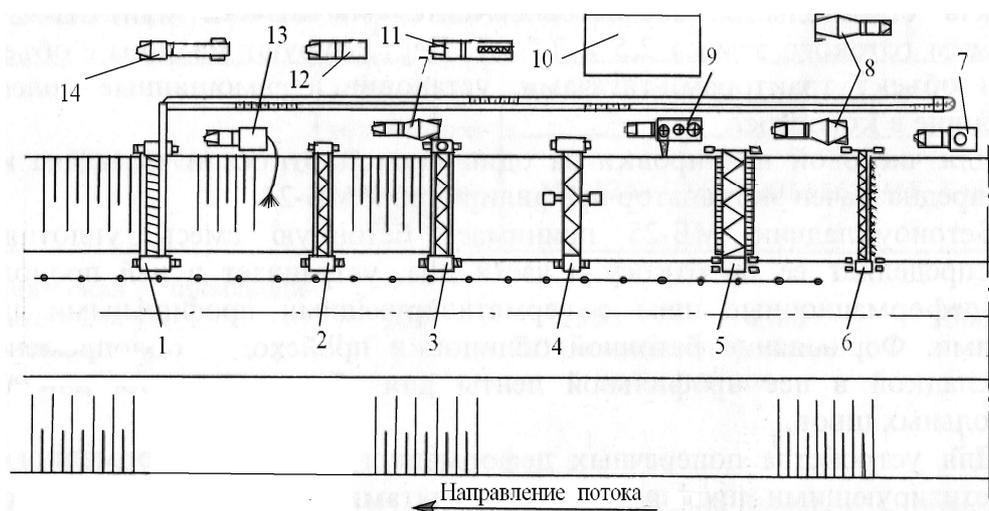
Данная технология активно применяется с начала шестидесятих годов прошлого века и до сих пор. Эта схема является традиционной и не учитывает актуального развития отечественной науки и техники.

Существенным недостатком данного технологического процесса, на наш взгляд, является отсутствие механизации процесса раскладки и соединения полимерного противодиффузионного покры-

тия. В конечном счете это не позволяет использовать для строительства каналов поточную технологию с использованием комплекса машин и существенно замедляет процесс строительства.

Также в настоящее время в практике гидромелиоративного строительства широкое распространение получили геотекстили. Их использование позволяет исключить работы по отсыпке защитного грунтового слоя, предохранить пленку от повреждений частицами грунта и разрывов, возможных на просадочных грунтах из-за образования промоин и карстовых воронок.

Возможность оптимизации стандартного технологического процесса представляется в виде модернизации типовой схемы устройства монолитной бетонной облицовки с помощью комплекса машин «Ракхо» путем включения в данную технологическую схему (рисунок 1) механизированного процесса укладки и соединения геотекстиля и противофильтрационного полимерного материала.



1 – экскаватор-профилировщик НТ-560С; 2 – бетоноукладчик НС-60С; 3 – форма для устройства поперечных швов ННЖ-60С; 4 – форма для устройства продольных швов; 5 – платформа для отделки поверхности облицовки НВЖ-60С; 6 – платформа для ухода за бетоном ННЖ-60С; 7 – автобетоносмесители; 8 – гидравлический транспортный подъемник РН-120; 9 – фронтальный погрузчик Н-90Е; 10 – бетонный завод «Уинплан 135S»; 11 – автокран с платформой для перевозки катушек с лентами «констоп» грузоподъемностью 5 т; 12 – цистерна для пленкообразующей жидкости на базе автомобиля; 13 – цистерна для воды на базе автомобиля; 14 – автозаправщик

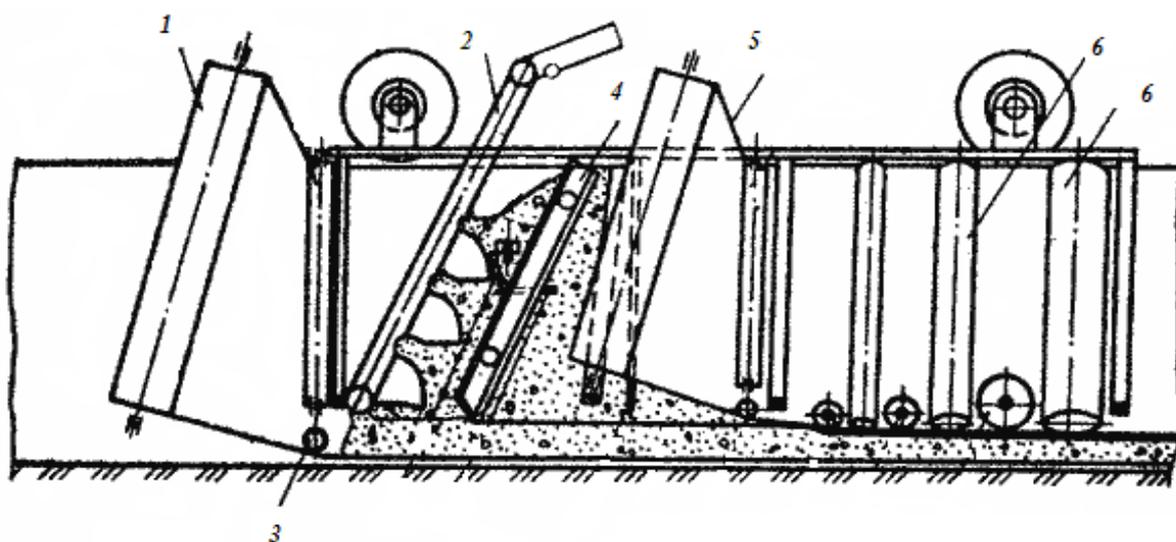
Рисунок 1 – Технологическая схема строительства монолитных бетонных облицовок с помощью комплекса фирмы «Ракхо» [5]

Использование комплексов машин значительно упрощает монтаж облицовок, но из-за большого количества машин, используемых

для каждой операции, требуются значительные затраты на обслуживание. Существуют различные технологические решения, призванные оптимизировать этот процесс. Известны технические решения, позволяющие совместить укладку полимерного противофильтрационного покрытия и бетона.

Так, устройство для укладки бетонной облицовки каналов (рисунок 2), разработанное учеными УкрНИИГиМ, позволяет совмещать укладку защитной пленки, укладку бетона и нарезку швов в одной операции [7]. Также это устройство на свежешелюженный бетон расстилает защитную пленку, что предохраняет его от высыхания и избавляет от необходимости нанесения защитных покрытий. Данная конструкция выполнена в виде каркасно-раздвижной рамы (рисунок 3), что позволяет применять ее на откосах разной длины и разных углов заложения. При работе данной машины на дно и откосы канала укладывается пленка, которая сматывается с бобин, затем укладывается и формируется бетон, нарезаются швы и укладывается второй слой пленки, защищающий бетон от высыхания.

Другое устройство (рисунок 4), также разработанное УкрНИИГиМ [8], позволяет укладывать бетон в область, образованную противофильтрационной и защитной пленкой. Температурно-усадочные швы создаются посредством укладки эластичных прокладок в бетон.



1 – рулон с полимерным противофильтрационным материалом; 2 – бетоновод;
3 – направляющий ролик; 4 – вибропластина; 5 – защитная пленка; 6 – донные валики

Рисунок 2 – Устройство для укладки противофильтрационного покрытия (УкрНИИГиМ) [7]

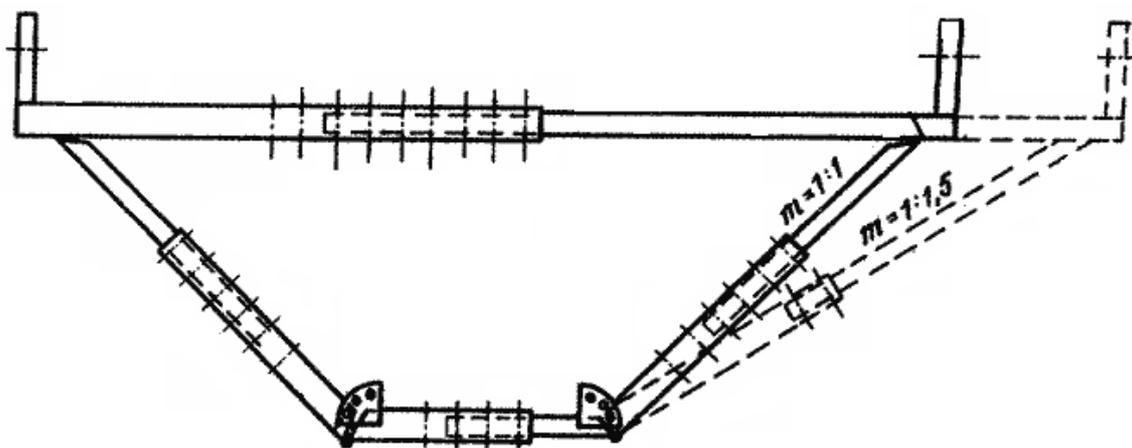
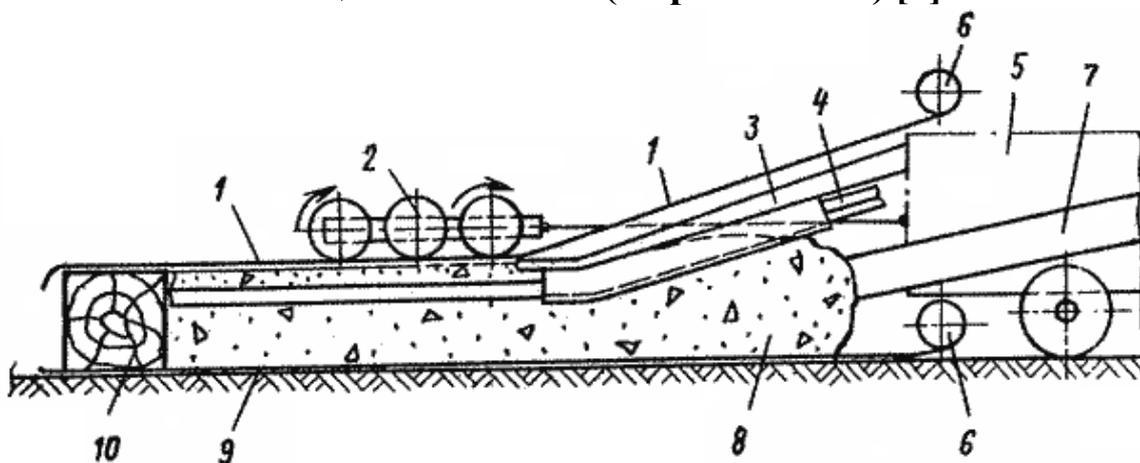


Рисунок 3 – Несущая рама устройства для укладки бетонной облицовки каналов (УкрНИИГиМ) [7]



- 1 – защитный слой полимерного материала; 2 – уплотняющие валики;
 3 – уплотняющая пластина; 4 – эластичная прокладка; 5 – базовая машина;
 6 – рулоны с полимерным материалом; 7 – бетоновод; 8 – бетон;
 9 – полимерное противофильтрационное покрытие; 10 – брус опалубки

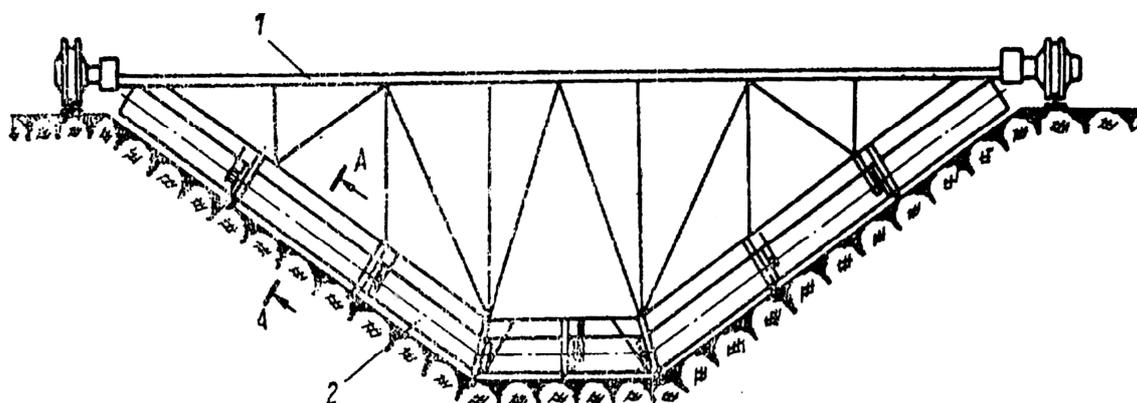
Рисунок 4 – Устройство для укладки бетона в полость между двумя пленками (УкрНИИГиМ) [8]

Данные машины позволяют совместить в одной операции стадии укладки противофильтрационного полимерного покрытия, укладки бетона и защиты его посредством нанесения защитной пленки.

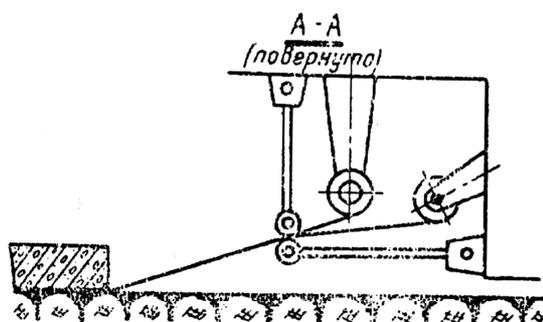
При укладке противофильтрационных полимерных материалов необходимо решать проблему их соединения. С началом применения полимерной пленки применяли различные битумные мастики для склеивания краев, позже от этого метода отказались ввиду его малой эффективности и стали использовать методы термической сварки. Рулонный материал сваривается в полотнища и вручную укладывается в ложе канала. Это достаточно неудобно, а плохие погодные условия существенно осложняют этот процесс.

В настоящее время существует целый ряд технологических решений, которые позволяют организовывать термическое соединение полимерных полотнищ непосредственно в ложе канала.

Конструкторами специального конструкторского бюро ирригационных машин «Ирмаш» [9] была разработана конструкция (рисунок 5), позволяющая осуществлять укладку и сварку полимерного материала. Она представляет собой раму, выполненную по форме канала, с размещенными рулонами полимерного материала на ней. Сварочное устройство, смонтированное на раме, позволяет непрерывно сваривать края пленок.



Фиг. 1



Фиг. 2

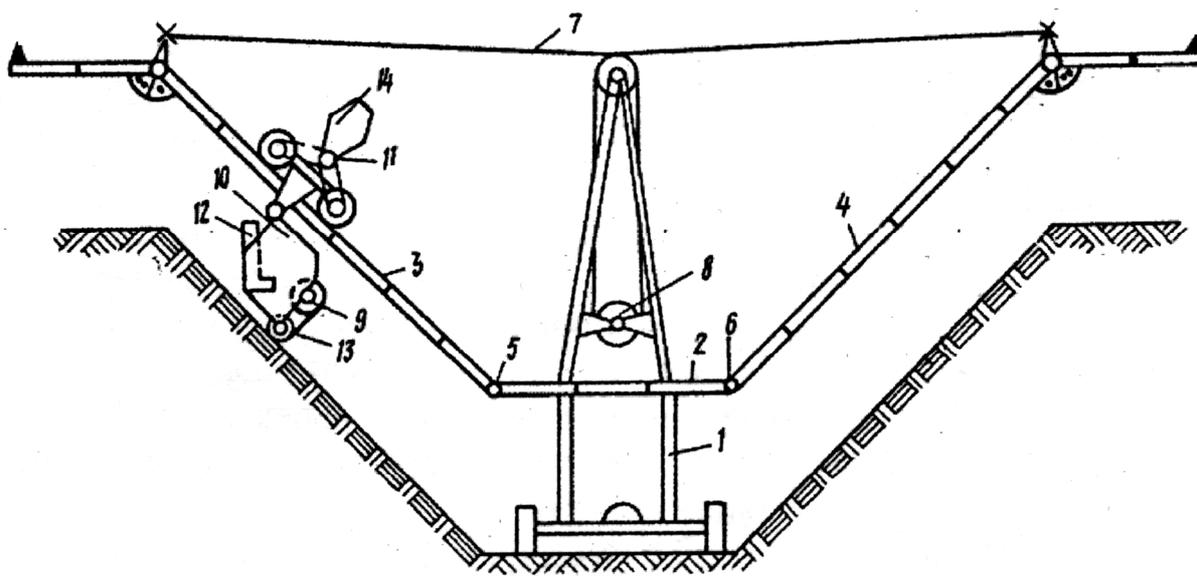
1 – рама; 2 – барабаны с полимерным материалом

Рисунок 5 – Устройство для раскладки и сварки полимерного противофильтрационного материала [9]

Определенный интерес представляет еще одна конструкция изобретателей УкрНИИГиМ (рисунок 6) [10]. Данное устройство позволяет наносить покрытие на откосы и дно крупных оросительных каналов и представляет собой пространственную раму, которая перемещается по дну. На раме смонтированы кабина оператора и рулон мате-

риала. Оператор, перемещаясь по раме, контролирует раскладку и соединение материала.

Также следует отметить, что помимо типовых противофильтрационных конструкций облицовок с применением геомембраны разрабатываются другие прогрессивные схемы противофильтрационных покрытий, в которых используются различные комбинации материалов.



1 – рама; 2 – центральная секция; 3, 4 – боковые секции;
5, 6 – шарниры; 7 – трос; 8 – механизм наматывания; 9 – барабан
с противофильтрационным полимерным материалом; 10 – каретка;
11 – привод каретки; 12 – сиденье оператора; 13 – каток для укатывания
пленки; 14 – механизм подачи герметика в зону шва

Рисунок 6 – Устройство для раскладки и соединения пленки [10]

Так, учеными РосНИИПМ был разработан ряд перспективных технических решений для обеспечения противофильтрационной защиты каналов.

Интересен способ создания противофильтрационного покрытия, включающий подготовку грунтового основания, укладку водонепроницаемой геомембраны в виде полотнищ из полимерных материалов, укладку защитной прокладки из геотекстиля и устройство защитного слоя. Способ отличается тем, что на противофильтрационный элемент из геомембраны укладывают защитную прокладку из геотекстиля, к которой точечной сваркой прикрепляют георешетку с перфорированными стенками ячеек, наполненными заполнителем и торкретированной цементной смесью [11]. Данный способ позволит обеспечить

высокую противофильтрационную эффективность, эксплуатационную надежность, долговечность, а также устойчивость покрытия на откосах к волновому воздействию потока.

Другая конструкция противофильтрационного покрытия состоит из защитного покрытия в виде матрацно-тюфячных габионов и водонепроницаемого противофильтрационного элемента в виде геомембраны [12]. При этом поверх геомембраны укладывают защитную прокладку из геотекстиля, предотвращающую повреждение геомембраны при укладке и заполнении габионов, а также в период эксплуатации. На защитную прокладку из геотекстиля укладывают матрацно-тюфячные габионы. На крутых откосах габионы закрепляют посредством синтетических тросов, прикрепленных к металлическим стойкам, которые устроены на бровке откоса. Данное покрытие целесообразно применять на откосах с заложением от 1:2 до 1:1,5.

Довольно интересным является способ строительства облицовки, который включает укладку на откос сооружения противофильтрационных элементов из гибких листов отработавшего срок службы полимерного материала. Противофильтрационные элементы изготавливаются в заводских условиях из утилизированных автопокрышек путем их переработки в резиновую крошку фракции от 1,0 до 3,0 мм и ее каландрирования в виде гибких листов заданных размеров. Гибкие листы укладывают на дно и откосы канала или водоема по всему периметру со склейкой швов и креплением листов металлическими шпильками для устойчивости покрытия на откосах и в верхней части на уступе бровки сооружения. Гибкие листы для удобства транспортировки и укладки выполняют толщиной 1,0–2,0 см, шириной 1,0–1,5 м, длиной 5,0–10,0 м и сворачивают в рулоны диаметром до 0,5 м и весом до 500 кг. Применение гибких листов из отработавших шин ввиду их значительной толщины и высокой сопротивляемости повреждениям исключает необходимость устройства защитных покрытий. Такое противофильтрационное покрытие имеет высокую ремонтпригодность, а высокая гибкость покрытия обеспечивает надежность его работы в условиях возможных деформаций основания [13]. Данный способ позволяет существенно снизить затраты на подготовку основания, т. к. предлагаемое покрытие обладает хорошей сопротивляемостью механическим повреждениям.

Существенным недостатком рассмотренных способов строительства, на наш взгляд, является использование большого количества ручного труда ввиду сложности их механизации.

Выводы

1 Существующая технология строительства противофильтрационных облицовок каналов оросительных систем является слабомеханизированной.

2 Использование защитного слоя геотекстиля может уменьшить объем земляных работ.

3 Включение разработанных устройств в поточную технологию производства работ позволит сократить материальные и трудовые затраты на строительство оросительных каналов.

4 Новые конструкции противофильтрационных покрытий требуют совершенствования технических процессов строительства и внедрения новых средств их механизации.

Список использованных источников

1 Косиченко, Ю. М. Гидравлическая эффективность и экологическая надежность облицованных каналов / Ю. М. Косиченко // Гидротехническое строительство. – 1992. – № 12. – С. 12–17.

2 Косиченко, Ю. М. Исследование фильтрационных потерь из каналов оросительных систем / Ю. М. Косиченко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2006. – № 6. – С. 24–25.

3 Косиченко, Ю. М. Исследования в области борьбы с фильтрацией и эксплуатационной надежности грунтовых гидротехнических сооружений [Электронный ресурс] / Ю. М. Косиченко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2012. – № 2(06). – 9 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=100&id=108>.

4 Косиченко, Ю. М. Надежность каналов и водоемов с облицовкой из пленочных материалов и геомембран / Ю. М. Косиченко, М. А. Чернов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – № 3. – С. 37–40.

5 Защитные покрытия оросительных каналов / В. С. Алтунин, В. А. Бородин, В. Г. Ганчиков, Ю. М. Косиченко. – М.: Агропромиздат, 1988. – 158 с.

6 Технологическая карта на облицовку каналов монолитным бетоном по экрану из полиэтиленовой пленки / Союзоргтехводстрой. – М., 1987. – 19 с.

7 Способ строительства облицовки канала и устройство для его осуществления: а.с. 1174519 СССР: МКИ(3) Е 02 J 5/02 / В. М. Бойко (СССР). – № 373891/29-15; заявл. 11.03.84; опубл. 23.08.85, Бюл. № 31 – 4 с.

8 Способ строительства противofильтрационной облицовки канала: а.с. 1057607 СССР: МКИ(3) Е 02 В 5/02 / В. М. Бойко (СССР). – № 3470391/29-15; заявл. 16.07.82; опубл. 30.11.83, Бюл. № 44. – 2 с.

9 Устройство для раскладки пленки: а.с. 355283 СССР: МКИ(3) Е 02 В 5/02 / В. А. Ольховиков, В. В. Ямщиков, Р. П. Ким (СССР). – № 1472360/29-14; заявл. 02.09.70; опубл. 17.11.72, Бюл. № 31. – 2 с.

10 Устройство для раскладки пленки: а.с. 1019048 СССР: МКИ(3) Е 02 В 3/16 / Е. А. Богатов, А. М. Танклевский, В. И. Петровченко (СССР). – № 3213907/29-15; заявл. 08.10.80; опубл. 23.05.83, Бюл. № 19. – 3 с.

11 Пат. 2460844 Российская Федерация, МПК(51) Е 02 В 3/16. Способ создания противofильтрационного покрытия / Щедрин В. Н., Косиченко Ю. М., Ищенко А. В., Чернов М. А., Гезин А. О.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «РосНИИПМ». – № 2010132456/13; заявл. 02.08.10; опубл. 10.09.12, Бюл. № 25.

12 Пат. 2495979 Российская Федерация, МПК(51) Е 02 В 3/16. Способ создания противofильтрационного покрытия каналов и водоемов с крутыми откосами / Косиченко Ю. М., Перелыгин А. И., Чернов М. А., заявитель и патентообладатель ФГБНУ «РосНИИПМ». – № 2012106790/13; заявл. 24.02.12; опубл. 20.10.13, Бюл. № 29.

13 Пат. 2494192 Российская Федерация, МПК(51) Е 02 В 3/16, Е 02 В 3/12, Е 02 D 17/20. Способ создания противofильтрационного покрытия / Щедрин В. Н., Косиченко Ю. М., Васильев С. М., заявитель и патентообладатель ФГБНУ «РосНИИПМ». – № 2012100996/13; заявл. 11.01.12; опубл. 27.09.13, Бюл. № 27.

Ю. М. Косиченко

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

Е. Г. Угроватова

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова, Новочеркасск, Российская Федерация

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПОЛИГОНАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ КАНАЛОВ

В работе предлагается приближенный способ определения гидравлически выгодных полигональных сечений, близких к гидравлически наивыгоднейшим. Обобщены данные гидравлических натурных исследований крупных каналов юга России полигонального профиля, на основе компьютерной математической обработки которых получены эмпирические зависимости для расчета гидравлических сопротивлений. Предлагаемая методика расчета для канала полигонального сечения включает определение относительных глубин каждой части канала полигонального сечения, вычисление коэффициента заложения откосов, значения предельной относительной ширины фиктивного трапецеидального профиля канала по формуле, полученной авторами, назначение ее рекомендуемого значения, вычисление общей глубины канала, площади живого сечения и смоченного периметра, а также необходимой глубины нижней части канала.

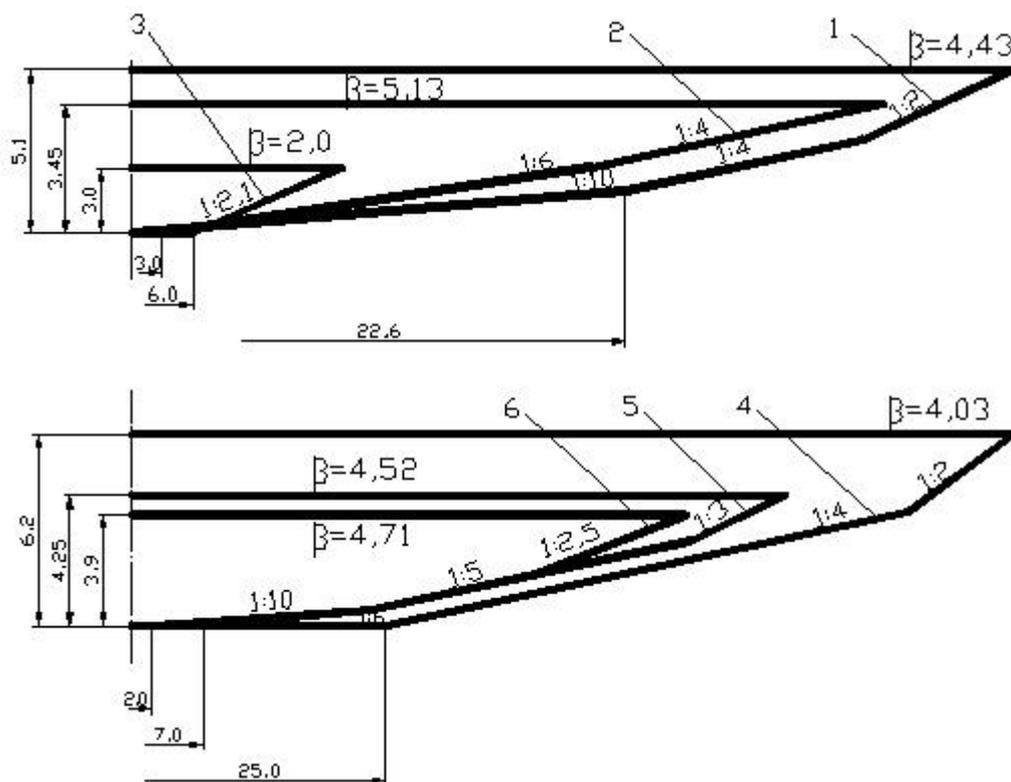
Ключевые слова: гидравлически выгодный профиль, крупный канал, полигональное сечение канала, гидравлически выгодные сечения, гидравлически наивыгоднейшие сечения.

Крупные магистральные каналы в земляном русле чаще всего выполняются полигональной формы [1–4]. Это обусловлено тем, что полигональная форма сечения приближается к сечению естественных русел, тем самым обеспечивая необходимую устойчивость откосов.

Многие крупные магистральные каналы юга России в земляном русле имеют полигональную форму поперечного сечения, а в облицовке – трапецеидальную форму [5]. В качестве примера на рисунке 1 приведем полигональные сечения земляных русел Большого Ставропольского канала (БСК-1 – 1-я очередь; БСК-2 – 2-я очередь), Донского магистрального канала (ДМК), Терско-Кумского канала (ТКК), Невинномысского канала (НК) и трапецеидальное сечение бетонного русла 3-й очереди Большого Ставропольского канала (БСК-3).

Основным параметром формы сечения указанных русел каналов является относительная ширина по дну, обозначаемая через $\beta = b/h$ (где b – ширина канала по дну, h – глубина воды). Параметр формы β для полигональных сечений каналов юга России БСК-1, БСК-2,

ДМК, НК изменяется от 4,0 до 5,0, что свидетельствует о распластанной их форме. Параметр формы β для трапецидального сечения БСК-3 составляет 2,0, сечение этого канала можно охарактеризовать как имеющее нераспластанную или суженную форму.



1 – БСК-1; 2 – БСК-2; 3 – БСК-3; 4 – ДМК; 5 – ТКК; 6 – НК

Рисунок 1 – Поперечные сечения крупных каналов трапецидального и полигонального сечения

Отсюда можно заключить, что для земляных русел крупных каналов целесообразно использовать полигональные сечения распластанной формы с параметром формы $\beta \geq 4,0$. Это позволит обеспечить устойчивость их откосов. Для облицованных русел каналов целесообразно применять трапецидальные сечения с параметром формы в пределах $1,5 \leq \beta \leq 2,5$. Такие суженные сечения облицованных каналов снижают объем земляных работ при их строительстве.

Для гидравлического расчета полигональных сечений каналов наиболее известен метод расчета А. А. Угинчуса. Он заключается в определении глубины нижней части сечения h_1 для каналов с несколькими коэффициентами заложения откосов m_1, m_2, \dots, m_n (рисунок 2).

Более простой метод гидравлического расчета каналов полигонального сечения был также предложен А. А. Угинчусом и основан

на замене полигонального сечения фиктивным трапецидальным с приведенным значением заложения откоса.

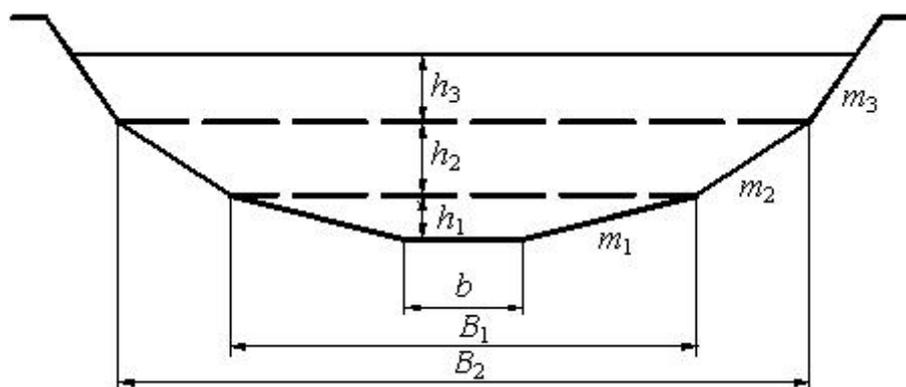


Рисунок 2 – Сечение канала полигональной формы

При расчетах пропускной способности полигональных сечений крупных магистральных каналов следует учитывать результаты исследований авторов (2013) [6].

По результатам обобщений натуральных исследований ряда каналов юга России с полигональным поперечным сечением была получена гистограмма распределений коэффициента шероховатости их русел. На основании статистической обработки этих данных установлено, что среднестатистическое значение коэффициента шероховатости составляет $n_{cp} = 0,0227$, среднеквадратическое отклонение $\sigma_n = 0,00179$, ошибка среднеквадратического значения $\sigma_{n_{cp}} = 1,27\%$. Доверительный интервал изменения коэффициентов шероховатости при 95 % вероятности составил 0,0221–0,0232.

Рассмотрим далее методику расчета канала полигонального сечения с учетом приведения его к фиктивному трапецидальному и использования предлагаемой авторами предельной относительной ширины русла.

Методика расчета

Расчетный случай для канала полигонального сечения. Задано: $Q, i, m_1, m_2, m_3, n, b$. Требуется найти: h_1, h_2, h_3, h .

Порядок расчета:

- задаемся глубинами h_1, h_2, h_3 ; тогда $h = h_1 + h_2 + h_3$;
- принимаем в первом приближении относительные глубины каждой части полигонального сечения: нижней $\alpha_1 = h_1/h_1$, $\alpha_2 = h_2/h_1$, $\alpha_3 = h_3/h_1$;

- вычисляем приведенный коэффициент заложения откосов трапецеидального сечения по формуле:

$$m_{\text{пр}} = \frac{(1+2\alpha_2+2\alpha_3) \cdot m_1 + (\alpha_2^2 + 2\alpha_2\alpha_3) \cdot m_2 + \alpha_3^2 m_3}{(1+\alpha_2+\alpha_3)^2};$$

- вычисляем приведенный коэффициент заложения откосов трапецеидального сечения по формуле:

$$m'_{\text{пр}} = \frac{m'_1 + \alpha_2 m'_2 + \alpha_3 m'_3}{1 + \alpha_2 + \alpha_3},$$

где $m'_1 = 2\sqrt{1+m_1^2}$; $m'_2 = 2\sqrt{1+m_2^2}$; $m'_3 = 2\sqrt{1+m_3^2}$;

- определяем значение предельной относительной ширины фиктивного трапецеидального профиля канала гидравлически выгодного сечения, близкого к гидравлически наивыгоднейшему, по формуле, полученной авторами:

$$\beta_{\text{пред}} = \frac{2\sqrt{1+m_{\text{пр}}^2} (Q \cdot n)^{3/2} - h m_{\text{пр}} [i^{0,5} 1,03 h_{\text{г.н}}^2 (\beta_{\text{г.н}} + m_{\text{пр}})]^{3/2}}{h [i^{0,5} 1,03 h_{\text{г.н}}^2 (\beta_{\text{г.н}} + m_{\text{пр}})]^{3/2} - (Q \cdot n)^{3/2}}.$$

Заменяя $h=0,713h_{\text{г.н}}$, перепишем его в более общем виде:

$$\beta_{\text{пред}} = \frac{A \cdot 2\sqrt{1+m_{\text{пр}}^2} - B \cdot m_{\text{пр}}}{B - A},$$

где $A=(Q \cdot n)^{3/2}$; $B=0,713h_{\text{г.н}}^4 [1,03 \cdot i^{0,5} (\beta_{\text{г.н}} + m_{\text{пр}})]^{3/2}$,

$$\beta_{\text{г.н}} = 2(\sqrt{1+m_{\text{пр}}^2} - m_{\text{пр}}),$$

$$h_{\text{г.н}} = b/\beta_{\text{г.н}};$$

- выбор рекомендуемого значения β_p осуществляется в интервале:

$$\beta_{\text{г.н}} < \beta_p < \beta_{\text{пред}};$$

- назначаем рекомендуемое значение β_p близким к $\beta_{\text{пред}}$ из условия обеспечения минимума земляных работ и достаточной устойчивости русла к размывам:

$$\beta_p = 0,9\beta_{\text{пред}};$$

- вычисляем общую глубину канала фиктивного трапецеидального сечения;

$$h = b/\beta_p;$$

- определяем площадь живого сечения и смоченный периметр:

$$\omega = b + m_{\text{пр}} h,$$

$$\chi = b + 2h \cdot \sqrt{1 + m_{\text{np}}^2};$$

- далее рассчитаем необходимую глубину h_1 нижней части канала для полигонального сечения по формуле с учетом принятых значений:

$$h_1 = \frac{3\chi}{2(m_1' - m_1 k_2 + k_3)} - \sqrt{\frac{(3\chi)^2}{4(m_1' - m_1 + k_2 + k_3)^2} - \frac{\omega}{m_1' - m_1 + k_2 + k_3}},$$

$$h_2 = \frac{\chi - b - m_1 h_1 - m_3' \alpha_3 h_1}{m_2'},$$

$$h_3 = \frac{\chi - b - m_1 h_1 - m_2' \alpha_2 h_1}{m_3'},$$

$$h = h_1 + h_2 + h_3;$$

- в случае если значение h будет отличаться от ранее полученного, то во втором приближении производится пересчет всех параметров канала полигонального сечения.

Список использованных источников

1 Косиченко, Ю. М. Гидравлика мелиоративных каналов / Ю. М. Косиченко. – Новочеркасск: НГМА, 1992. – 175 с.

2 Угинчус, А. А. Гидравлические и технико-экономические расчеты каналов / А. А. Угинчус. – М.: Стройиздат, 1965. – 274 с.

3 Каналы систем водоснабжения и ирригации: рекомендации по проектированию и эксплуатации каналов / А. М. Латышенков [и др.]. – М.: Стройиздат, 1972. – 153 с.

4 Рабкова, Е. К. Проектирование и расчет оросительных каналов в земляном русле / Е. К. Рабкова. – М.: Изд-во УДН, 1990. – 252 с.

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

6 Косиченко, Ю. М. Гидравлические и эксплуатационные критерии функционирования крупных каналов перераспределения стока / Ю. М. Косиченко, Е. Г. Угроватова // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2013. – № 5. – С. 62–66.

Е. Д. Михайлов

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

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗМЫВАЕМОЙ ГРУНТОВОЙ ВСТАВКИ НА ГРУНТОВОЙ ПЛОТИНЕ ПРУДА КАЗЕННОГО НА БАЛКЕ АТЮХТЕ БАССЕЙНА РЕКИ ГРУШЕВКИ

В работе представлены результаты обследования гидротехнических сооружений пруда Казенного на балке Атюхте бассейна реки Грушевки, рассмотрен вариант замены одной нитки основного водосброса на устройство резервного водосброса с размываемой грунтовой вставкой и определены основные параметры грунтовой вставки резервного водосброса. Приведена оценка стоимости материалов, необходимых для строительства основного и резервного водосбросов. Установлено, что затраты на реконструкцию водосбросного сооружения пруда Казенного по проекту могут быть снижены от 2,60 до 1,36 млн руб.

Ключевые слова: обоснование, анализ, грунтовая вставка, резервный водосброс, грунтовая плотина, бассейн малой реки.

Бассейн б. Атюхты входит в бассейн р. Грушевки. В гидрологическом отношении бассейн реки Грушевки практически не изучен.

Данные по стоку бассейна б. Атюхты отсутствуют. Имеется незначительный ряд наблюдений по стоку р. Грушевки (гидрологический пост г. Шахты). Статистические ряды по стоку р. Грушевки недостаточны для того, чтобы принять р. Грушевку по стоку за реку-аналог, поэтому расчеты стока выполнялись при отсутствии данных наблюдений [1].

Участок реконструкции ГТС пруда Казенного балки Атюхты находится выше застроенной северной части г. Шахт.

В геоморфологическом отношении район участка работ представлен балкой Атюхтой с хорошо сформированной долиной с асимметричными склонами протяженностью 6 км и глубиной вреза 40–50 м. Водосборная площадь балки Атюхты от устья до створа пруда Казенного составляет 18 км².

Балка имеет крутые правый и левый склоны. Техногенные формы рельефа представлены шахтными терриконами.

Территория верхней части водосбора (до 25 % всей площади) занята строениями, твердым покрытием и характеризуется повышенным коэффициентом ливневого стока. В верхней части левобережная

территория водосбора занята садовыми участками. Площадь насаждений занимает около 50 % водосбора, что способствует снижению максимальных расходов в период весеннего половодья.

Почвенный покров водосбора представлен обыкновенными и южными черноземами глинистого и суглинистого механического состава.

Водный режим балки характеризуется многоводной фазой в период весеннего половодья; длительной летне-осенней меженью, прерываемой дождевыми паводками; зимней меженью, которая нарушается сравнительно частыми кратковременными оттепелями, вызывающими сток.

В гидрологическом отношении балка Атюхта не изучена, все необходимые гидрологические характеристики определены в соответствии с СП 33-101-2003 «Свод правил по проектированию и строительству. Определение основных расчетных гидрологических характеристик» [1] для водотоков при отсутствии наблюдений.

В прошлом году между муниципальным казенным учреждением «Департамент городского хозяйства» г. Шахт и Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» был заключен муниципальный контракт, предметом которого являлась разработка проектной документации по объекту «Реконструкция ГТС пруда «Казенный» на балке Атюхта, бассейн реки Грушевка, г. Шахты».

Основными конструктивными элементами ГТС пруда Казенного являются тело плотины, водосбросное сооружение, водоспуск.

Результаты обследования плотины показали, что на верховом откосе наблюдаются повреждение креплений, просадки, заросли древесной растительности; заложение верхового откоса не соответствует данным технического паспорта и колеблется от 2 до 2,5 (проектное значение равно 4). Гребень плотины от ПК 0+50 до ПК 1+50 имеет отметки ниже проектных на 0,5–0,8 м, т. е. со временем произошла просадка грунта тела плотины в результате его уплотнения и консолидации.

На низовом откосе на ПК 0+80 образовались местные впадины из-за суффозии, выхода сосредоточенного фильтрационного потока на откос.

Водосбросные сооружения из-за коррозии бетона полностью разрушены, разрушены сопрягающее сооружение и водоотводящий

канал, а русло водоотводящего канала полностью заросло древесной растительностью.

Водоспуск пруда полностью заилен и восстановлению не подлежит.

ГТС пруда Казенного в течение 25 лет практически не обслуживались, оказались бесхозными.

По результатам обследования ГТС пруда Казенного были приняты следующие конструктивные решения:

- произвести отсыпку верхового откоса до заложения $m = 4$ с устройством противофильтрационного экрана из грунта – суглинка;
- произвести устройство водосбросного сооружения в виде самозаряжающегося сифона;
- произвести устройство водоспуска в виде самозаряжающегося сифона;
- произвести отсыпку гребня с устройством усовершенствованного покрытия до отм. 130,0 м (в балт. системе).

На основании реконструкции ГТС пруда Казенного на балке Атюхте в настоящей работе предложено техническое решение, основанное на уменьшении капиталовложений в строительство основного трубчатого бесковшового водосброса за счет устройства дополнительного (резервного) водосброса с размываемой грунтовой вставкой.

Резервные водосбросы гидроузла проектируют на большие расходы, чем основной водосброс, которые должны соответствовать классу плотины (для II класса – 0,1 %, для III класса – 0,5 % и для IV класса – 1,0 % обеспеченности).

Большая часть паводка пропускается через трубчатый бесковшовый водосброс, расположенный на отметке НПУ, а оставшаяся часть – через одну секцию резервного водосброса при достижении уровня перелива воды (УПВ) отметки форсированного подпорного уровня (ФПУ) в верхнем бьефе [2].

В таблице 1 представлены основные характеристики восстановленного годового и максимального естественного стока пруда Казенного на балке Атюхте. Максимальный расход весеннего половодья $Q_{1\%}$ составляет 11,7 м³/с.

В настоящем проекте предполагается устроить трубчатый бесковшовый водосброс, состоящий из двух ниток стальных труб, выполненных по ГОСТ 10704-91, наружным диаметром 1220 мм с толщиной

стенки 20 мм. Такое строительство является весьма дорогим, если учитывать, что 1 т трубы диаметром 1220 мм стоит в среднем 36 тыс. руб.

Таблица 1 – Основные характеристики восстановленного годового и максимального естественного стока

Характеристика	Единица измерения	Количество
1 Площадь водосбора	км ²	18
2 Средний годовой сток	м ³ /с	0,018
3 Средний объем стока	млн м ³	0,57
4 Коэффициенты вариации C_v	-	0,85
5 Коэффициенты асимметрии $2C_v$	-	1,7
6 Среднегодовые расходы $Q_{p\%}$:		
$P = 25 \%$	м ³ /с	$24,99 \cdot 10^{-3}$
$P = 50 \%$	м ³ /с	$14,00 \cdot 10^{-3}$
$P = 75 \%$	м ³ /с	$6,99 \cdot 10^{-3}$
7 Сток весеннего половодья (норма стока весеннего половодья)	м ³ /с	0,1
8 Объем весеннего половодья	млн м ³	0,026
9 Коэффициенты вариации C_v	-	1,0
10 Коэффициенты асимметрии $2C_v$	-	2,0
11 Максимальные расходы весеннего половодья $Q_{p\%}$:		
$P = 1 \%$	м ³ /с	11,7
$P = 5 \%$	м ³ /с	7,16
12 Максимальный расход дождевого паводка $Q_{p\%}$:		
$P = 1 \%$	м ³ /с	10,44
$P = 5 \%$	м ³ /с	3,13

Если принять, что капитальные затраты на монтажные работы примерно одинаковы, и сравнить затраты на материалы, необходимые для устройства основного и резервного водосбросов, то стоимость двух стальных труб диаметром 1200 мм и длиной 70 м составит в среднем 2,60 млн руб., а стоимость геомембраны площадью 200 м² составит 60 тыс. руб.

Стоимость основного водосброса очень высока, при этом за весь период существования водосброс ни разу не будет работать на полную мощность [3, 4].

Поэтому для снижения стоимости водосбросных сооружений в ряде случаев в составе гидроузла предусматривают несколько водосбросов: один основной и один или два вспомогательных (резервных) [5].

Таким образом, на основе вышеприведенных сравнений можно сделать вывод, что оптимальным решением будет укладка одной

стальной трубы основного трубчатого бесковшового водосброса и устройство резервного водосброса с размываемой грунтовой вставкой.

Расчет резервного водосброса включает в себя определение основных параметров конструкции, а именно длины и ширины искусственного прорана трапецеидального сечения в теле грунтовой плотины.

Размеры искусственного прорана будут зависеть от основного конструктивного элемента резервного водосброса – высоты размываемой грунтовой вставки.

Высота размываемой вставки определяется гидравлическим расчетом исходя из формулы пропускной способности водопропускной части резервного водосброса трапецеидального сечения после размыва грунтовой вставки, работающей по схеме водослива с широким порогом, с использованием следующего уравнения для N -го количества секций водосброса:

$$Q_{\text{рез.в}}^{\text{общ}} = m \cdot (b + m_0 \cdot H_{\text{вст}}) \cdot \sqrt{2g} H_{\text{вст}}^{3/2} \cdot N,$$

где $Q_{\text{рез.в}}^{\text{общ}}$ – расчетный расход, пропускаемый через все секции резервного водосброса, равный разности максимального паводкового расхода редкой повторяемости ($Q_{p<0,5\dots1,0\%}$) и расчетного расхода основного водосброса ($Q_{\text{осн.в}}$):

$$Q_{\text{рез.в}}^{\text{общ}} = Q_{p<0,5\dots1,0\%} - (Q_{\text{осн.в}});$$

m – коэффициент расхода для водослива с широким порогом;

b – ширина водопропускной части по дну трапецеидального сечения секции резервного водосброса;

$H_{\text{вст}}$ – напор на пороге водопропускной части после размыва грунтовой вставки, принимаемый равным высоте размываемой вставки;

m_0 – коэффициент заложения откосов трапецеидального сечения водопропускной части;

N – количество секций водосброса.

Из вышеприведенной формулы расхода находим уравнение для определения расчета высоты размываемой вставки:

$$H_{\text{вст}} = \left(\frac{Q_{\text{рез.в}}^{\text{общ}}}{m \cdot (b + m_0 \cdot H_{\text{вст}}) \cdot \sqrt{2g} \cdot N} \right)^{2/3},$$

которое решается методом подбора в несколько приближений, при этом предварительно задаемся шириной каждой секции и количеством секций N .

Таким образом, в данном исследовании проведена оценка стоимости материалов, необходимых для строительства основного и резервного водосбросов. Установлено, что затраты на реконструкцию водосбросного сооружения пруда Казенного по проекту могут быть снижены от 2,60 до 1,36 млн руб.

Список использованных источников

1 Свод правил по проектированию и строительству. Определение основных расчетных гидрологических характеристик: СП 33-101-2003: утв. Госстроем России 26.12.03. – М., 2004.

2 Гидротехнические сооружения / Л. Н. Рассказов, В. Г. Орехов, Н. А. Анискин [и др.]; под ред. Л. Н. Рассказова. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. – Ч. 1. – 576 с.

3 Гидротехнические сооружения / Н. П. Розанов, Я. В. Бочкарев, В. С. Лапшенков, Г. И. Журавлев, Г. М. Каганов, И. С. Румянцев; под ред. Н. П. Розанова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 432 с.

4 Гидротехнические сооружения / И. А. Васильева, Г. И. Журавлев, С. Н. Корюкин, П. Е. Лысенко, Н. П. Розанов, Г. К. Сухаков; под ред. Н. П. Розанова. – М.: Стройиздат, 1978. – 647 с.

5 Косиченко, Ю. М. Применение резервных водосбросов в грунтовых плотинах для пропуска паводковых расходов [Электронный ресурс] / Ю. М. Косиченко, Е. Д. Михайлов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – № 2(14). – 14 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=252&id=263>.

РАЗДЕЛ II
ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В АПК:
ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

УДК 626/627.002.5:65.012.224(083.74)

О. В. Воеводин

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

**АНАЛОГИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ДОКУМЕНТАЦИИ
В ОБЛАСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ В СФЕРЕ
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

В статье приведены результаты поиска, анализа, выбора документов в области стандартизации в сфере технического обслуживания для использования в качестве аналогов. Рассмотренная документация предлагает различные подходы к проведению технического обслуживания гидротехнических сооружений и различный состав операций, которые в конечном счете могут являться аналогами для вновь разрабатываемого специализированного документа по техническому обслуживанию гидротехнических сооружений мелиоративного назначения.

Ключевые слова: аналог, документация в области стандартизации, техническое обслуживание, гидротехнические сооружения, мелиорация.

В статье 36 «Требования к обеспечению безопасности зданий и сооружений в процессе эксплуатации» Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [1] в пункте 1 указано, что «безопасность здания или сооружения в процессе эксплуатации должна обеспечиваться посредством технического обслуживания...», а в пункте 2: «Параметры и другие характеристики строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения в процессе эксплуатации здания или сооружения должны соответствовать требованиям проектной документации. Указанное соответствие должно поддерживаться посредством технического обслуживания ...».

На основании требований Рекомендаций к содержанию правил эксплуатации гидротехнических сооружений (за исключением судоходных гидротехнических сооружений), утвержденных Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атом-

ному надзору от 27 сентября 2012 г. № 546 [2], раздел «Техническое обслуживание» является неотъемлемой частью правил эксплуатации гидротехнических сооружений.

Международные требования к техническому обслуживанию, заложенные в ГОСТ Р 27.601-2011 «Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание и его обеспечение» [3], на сегодняшний день не нашли места в нормативно-методическом обеспечении эксплуатации мелиоративных систем и сооружений.

Деятельность в области эксплуатации, в частности технического обслуживания, регулируется Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [1], Федеральным законом от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» [4] и Федеральным законом от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ «О мелиорации земель» [5], однако документация в области стандартизации, в частности прямого использования в мелиорации, в результате применения которой обеспечиваются требования законодательства Российской Федерации, отсутствует.

При разработке новых специализированных документов необходимо использовать как отраслевой опыт, так и опыт в других сферах деятельности. В связи с этим автором были проведены поиск и анализ действующих документов в области стандартизации в сфере технического обслуживания и произведен выбор основополагающих моментов, которые могут лечь в основу вновь разрабатываемого документа.

Согласно СТО Газпром 2-2.3-385-2009 [6] система технического обслуживания и ремонта (ТОиР) трубопроводной арматуры включает:

- плановый осмотр (ТО-1);
- сезонное обслуживание (ТО-2);
- текущий ремонт (ТР);
- техническое диагностирование (ТД);
- средний ремонт (СР);
- капитальный ремонт (КР);
- обслуживание при хранении (ТО при хранении);
- обслуживание при консервации объекта (ТО при консервации).

Также требования стандарта к системе ТОиР не предусматривают внеплановые работы, связанные с аварийными ситуациями.

ГОСТ Р 27.606-2013 «Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание, ориентированное на безот-

казность» [7] (дата начала действия которого 01.06.2014), разработанный с учетом основных нормативных положений международного стандарта IEC 60300-3-11:2009 «Dependability in technics. Reliability centred maintenance» (МЭК 60300-3-11:2009 «Управление надежностью. Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность»), свои требования направляет на надежность-ориентированное техническое обслуживание (RGM). Надежностно-ориентированное техническое обслуживание представляет собой методологию выявления и выбора политики предупреждения и (или) предупреждения отказов (далее – политика управления отказами), нацеленной на эффективное обеспечение требуемых безопасности, готовности и экономической эксплуатации изделий. Политика управления отказами может включать в себя действия по техническому обслуживанию (ТО), изменения правил применения, конструктивные доработки и другие действия, нацеленные на ослабление последствий отказов.

Методология RGM применима для изделий типа средств и систем связи, наземных транспортных средств, судов, электростанций, летательных аппаратов и других систем, имеющих в своем составе технические средства. Как правило, технические средства состоят из многих электротехнических, механических, приборных и контрольных систем и подсистем, которые могут быть далее по мере необходимости последовательно разукрупнены на более мелкие составляющие. Область распространения настоящего стандарта ограничена исключительно методами RGM и не включает в себя другие аспекты ТО.

Основными этапами программы RGM, согласно ГОСТ Р 27.606-2013 [7], являются:

- инициирование и планирование;
- анализ функциональных отказов;
- отбор задач;
- внедрение;
- непрерывное совершенствование.

ГОСТ Р 27.601-2011 «Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание и его обеспечение» [3] распространяется на процесс ТО и его обеспечения, устанавливает различные общие методы, которыми следует руководствоваться. Цель настоящего стандарта – установление общих требований к менеджменту, процессам и методам, относящимся к техническому обслужи-

ванию и его обеспечению, необходимым для достижения надлежащей надежности, соответствующей эксплуатационным требованиям потребителя.

Согласно ГОСТ Р 27.601-2011 [3] техническое обслуживание подразделяется на профилактическое и корректирующее.

Профилактическое ТО может состоять из следующих мероприятий:

- сбора технических данных и описания задачи;
- получения запчастей, механизмов и вспомогательного оборудования;
- прихода на рабочее место;
- подготовки рабочего места, например: выключения оборудования, выполнения процедур изоляции и защиты;
- активного времени выполнения ТО;
- наблюдения и измерения;
- испытания и проверки;
- уборки рабочего места;
- регистрации необходимой информации.

Корректирующее ТО включает те же шаги, что и профилактическое ТО, однако требует выполнения дополнительной задачи диагностирования для определения места и характера отказа, необходимого восстановления или замены компонентов. В случае серьезного отказа необходимо выяснить причину и собрать доказательства до выполнения ремонта.

С 01.07.2015 начинает действовать ГОСТ Р 55260.1.9-2013 «Гидроэлектростанции. Часть 1–9. Сооружения ГЭС гидротехнические. Требования безопасности при эксплуатации» [8], объектом регулирования которого является процесс эксплуатации и технического обслуживания гидротехнических сооружений гидроэлектростанций.

ГОСТ Р 55260.1.9-2013 [8] определяет задачи технического обслуживания гидротехнических сооружений, которыми являются:

- постоянный эксплуатационный уход за сооружениями (осмотры, устранение мелких дефектов);
- проведение натуральных наблюдений за техническим состоянием ГЭС и обследований сооружений;
- выявление дефектов, устранение которых требует проведения ремонтных работ;

- ведение технической документации по оценке состояния сооружений и выполненных ремонтных работах.

СТО 70238424.27.140.017-2010 «Механическое оборудование гидротехнических сооружений ГЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования» [9] распространяется на процессы эксплуатации (технологические режимы, технический контроль) и технического обслуживания (эксплуатационное обслуживание, ремонт, реконструкцию) механического оборудования гидротехнических сооружений гидроэлектростанций в условиях нормальных и предельных режимов, устанавливаемых нормативными техническими документами и проектной (конструкторской) документацией.

СТО 70238424.27.140.017-2010 [9] устанавливает, что стандарты ГЭС (местные производственные инструкции) по эксплуатации и техническому обслуживанию механического оборудования должны включать следующие сведения:

- краткую характеристику механического оборудования, его назначение и эксплуатационные функции;

- порядок эксплуатации механического оборудования в нормальных условиях работы, при пропуске паводков и половодий и в зимний период;

- порядок подготовки и проведения ремонта механического оборудования;

- порядок эксплуатационного контроля состояния и работы механического оборудования;

- порядок хранения и транспортирования механического оборудования;

- требования охраны труда при эксплуатации механического оборудования.

Согласно СО 34.04.181-2003 «Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования, зданий и сооружений электростанций и сетей» [10] структура организации ТООР энергопредприятия должна обеспечивать системное и эффективное решение задач поддержания основных производственных фондов в исправном состоянии при оптимальных затратах на ТООР, в связи с чем энергопредприятия обеспечивают:

- систематизированный учет объектов ТОиР – энергоустановок и входящих в них единиц оборудования, зданий, сооружений, сетей – и планомерный контроль технического состояния этих объектов;

- использование для идентификации энергопредприятий, объектов ТОиР, ремонтных работ, поставщиков и подрядчиков ремонтных работ, других объектов учета, относящихся к энергоремонтному производству, общероссийских и отраслевых классификаторов, информационное сопровождение и обновление которых производится из единого отраслевого информационного центра;

- использование для обмена классификационными, нормативными, плановыми и отчетными данными по ТОиР унифицированных макетов обмена данными, устанавливаемыми в автоматизированной системе «Энергоремонт»;

- своевременное и качественное перспективное, годовое и оперативное планирование и подготовку технического обслуживания, капитальных, средних и текущих ремонтов оборудования, зданий и сооружений, формирование номенклатуры и объемов ремонтных работ;

- рациональное сочетание планово-предупредительных ремонтов и ремонтов по техническому состоянию (ремонт по техническому состоянию – это ремонт, при котором контроль технического состояния выполняется с периодичностью и в объеме, которые установлены в нормативно-технической документации, а объем и момент начала ремонта определяются техническим состоянием оборудования, зданий и сооружений);

- финансирование ТОиР, формирование договорных цен, разработку проектно-сметной документации на ремонт;

- организацию и проведение конкурсных торгов в отношении выполнения ремонтных работ подрядными предприятиями и организациями, а также поставки материально-технических ресурсов для ремонта;

- установление объективных функциональных связей между подразделениями и специалистами, позволяющих всей системе управления энергопредприятия оперативно реагировать на производственные возмущения любого масштаба и функционировать при этом в нормальном (обычном) ритме как в период подготовки, так и в процессе выполнения ремонтных работ;

- необходимые условия для выполнения работ по ТОиР при обязательной тщательной организационно-технической подготовке и необходимом материально-техническом и трудовом обеспечении;
- координацию и управление производством ремонтных работ, приемку из ремонта и оценку качества;
- создание базы данных о выполненных плановых и неплановых ремонтных работах, использованных ресурсах с идентификацией во времени в течение жизненного цикла объекта, сопоставление результатов ремонтных воздействий с понесенными затратами;
- учет и анализ повреждаемости оборудования, эффективности управления энергоремонтom и разработку на этой основе мероприятий по повышению надежности и эффективности эксплуатации оборудования;
- осуществление непрерывности процесса планирования, организационно-технической подготовки и выполнения ремонтных работ;
- организацию работы специалистов в условиях функционирования автоматизированной системы управления производственно-хозяйственной деятельностью энергопредприятия по ремонту основных производственных фондов с использованием локальной сети персональных ЭВМ, организацией автоматизированных мест пользователей и применением корпоративной вычислительной сети;
- создание и использование в ремонтной деятельности минимально необходимого и достаточного документооборота, обязательного для применения как собственным ремонтным персоналом энергопредприятия, так и привлекаемыми к выполнению ремонтных работ подрядными ремонтными предприятиями и организациями;
- все производственные процессы ТОиР необходимыми и обоснованными нормативами и нормами и управление ими;
- создание методической расчетной базы для осуществления рационального и экономного использования трудовых, материальных и финансовых ресурсов;
- высокое качество выполняемых ремонтных работ;
- анализ и сопоставление полученных результатов ТОиР с понесенными затратами и выработку организационно-технических мероприятий по повышению эффективности ТОиР и снижению издержек ремонтного производства.

В приложении А СТО 70238424.27.140.007-2010 «Технические системы гидроэлектростанций. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования» [11] приводятся методические указания по составлению местных инструкций по эксплуатации гидротурбинного оборудования и механической части гидрогенератора. В методических указаниях имеются общие требования к техническому обслуживанию, заключающиеся в следующем:

- техническое обслуживание действующего оборудования электростанций предусматривает выполнение комплекса операций по осмотру, контролю, смазке, регулировке, не требующих вывода его в текущий ремонт;

- объем технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов должен определяться необходимостью поддержания работоспособного состояния энергоустановок, периодического их восстановления и приведения в соответствие с меняющимися условиями работы;

- состав работ по техническому обслуживанию и периодичность (график) их выполнения для каждого вида оборудования устанавливаются с учетом требований завода-изготовителя и местных условий;

- назначаются ответственные исполнители технического обслуживания в зависимости от содержания работ (эксплуатационный или ремонтный персонал);

- заводятся журналы технического обслуживания по видам оборудования, в которые должны вноситься сведения о выполненных работах по техническому обслуживанию и исполнителях.

В результате проделанной работы можно сделать вывод, что рассматриваемая документация в области стандартизации предлагает различные подходы к проведению технического обслуживания и различный состав операций, которые в конечном счете могут являться аналогами для вновь разрабатываемого специализированного документа по техническому обслуживанию гидротехнических сооружений мелиоративного назначения.

Список использованных источников

1 Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ: по состоянию на 2 июля 2013 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

2 Об утверждении Рекомендаций к содержанию правил эксплуатации гидротехнических сооружений (за исключением судоходных гидротехнических сооружений): Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 27 сентября 2012 г. № 546: по состоянию на 27 сентября 2012 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

3 ГОСТ Р 27.601-2011. Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание и его обеспечение. – Введ. 2012-06-01. – М.: Стандартинформ, 2012. – 35 с.

4 О безопасности гидротехнических сооружений: Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ: по состоянию на 28 декабря 2013 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

5 О мелиорации земель: Федеральный закон от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ: по состоянию на 28 ноября 2011 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

6 СТО Газпром 2-2.3-385-2009. Порядок проведения технического обслуживания и ремонта трубопроводной арматуры. – Введ. 2010-10-05. – М.: «Газпром», 2010. – 36 с.

7 ГОСТ Р 27.606-2013. Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность. – Введ. 2014-01-06. – М.: Стандартинформ, 2013. – 62 с.

8 ГОСТ Р 55260.1.9-2013. Гидроэлектростанции. Часть 1–9. Сооружения ГЭС гидротехнические. Требования безопасности при эксплуатации. – Введ. 2015-07-01. – М.: Стандартинформ, 2013. – 75 с.

9 СТО 70238424.27.140.017-2010. Механическое оборудование гидротехнических сооружений ГЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования. – Введ. 2010-09-16. – М.: НП «ИНВЭЛ», 2010. – 78 с.

10 СО 34.04.181-2003. Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования, зданий и сооружений электростанций и сетей. – Введ. 2004-01-01. – М.: «ЕЭС России», 2004. – 78 с.

11 СТО 70238424.27.140.007-2010. Технические системы гидроэлектростанций. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования. – Введ. 2010-09-30. – М.: НП «ИНВЭЛ», 2010. – 80 с.

НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ЗАКРЫТОГО ДРЕНАЖА

В статье проанализировано современное состояние нормативного обеспечения в сфере закрытого горизонтального дренажа. Выявлено 54 нормативных документа, регламентирующих работы в области регулирования строительства горизонтального закрытого дренажа. Указано на необходимость актуализации нормативных документов в соответствии с требованиями федерального законодательства.

Ключевые слова: нормативное обеспечение, нормативный документ, строительство, горизонтальный закрытый дренаж, орошение, осушение.

Одной из главных задач в сельском хозяйстве является повышение эффективности использования орошаемых земель. В России площади, нуждающиеся в орошении, в основном располагаются в южных и юго-восточных регионах России, 70 % из которых относится к засушливой зоне. Однако к настоящему времени срок эксплуатации существующих мелиоративных систем составляет от 30 до 50 лет. В большинстве случаев такой срок эксплуатации является предельным, что в свою очередь негативно сказывается на мелиоративном состоянии земель сельскохозяйственного назначения. В различных регионах Российской Федерации в неудовлетворительном мелиоративном состоянии находится от 17 до 30 % сельскохозяйственных земель, которые требуют дренирования [1]. К землям с неудовлетворительным состоянием относят земли с близким к поверхности земли залеганием уровня грунтовых вод и с признаками засоления и солонцевания. Необходимо отметить, что большинство дренажных сооружений на оросительных системах устарело и требует ремонта, реконструкции или восстановления.

Издавна орошение и дренаж теснейшим образом были связаны между собой технически и технологически, дополняя друг друга и повышая взаимную эффективность. Применение закрытого горизонтального дренажа обеспечивает улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель, снижение уровня грунтовых вод на подтопленных территориях, регулирование водного, воздушного и солевого режимов почв. Опыт и практика использования дренажа показывают,

что он способствует исключению вторичного засоления орошаемых земель путем промывки почв.

Работы по строительству закрытого горизонтального дренажа необходимо проводить на высоком научно-техническом уровне в соответствии с нормативно-технической документацией (НТД) и действующим законодательством Российской Федерации.

Анализ НТД в области строительства закрытого горизонтального дренажа согласно Перечню действующих ведомственных нормативно-технических документов в области мелиорации и сельхозводоснабжения [2] показал наличие 54 документов, регламентирующих работы по строительству закрытого горизонтального дренажа (рисунок 1).

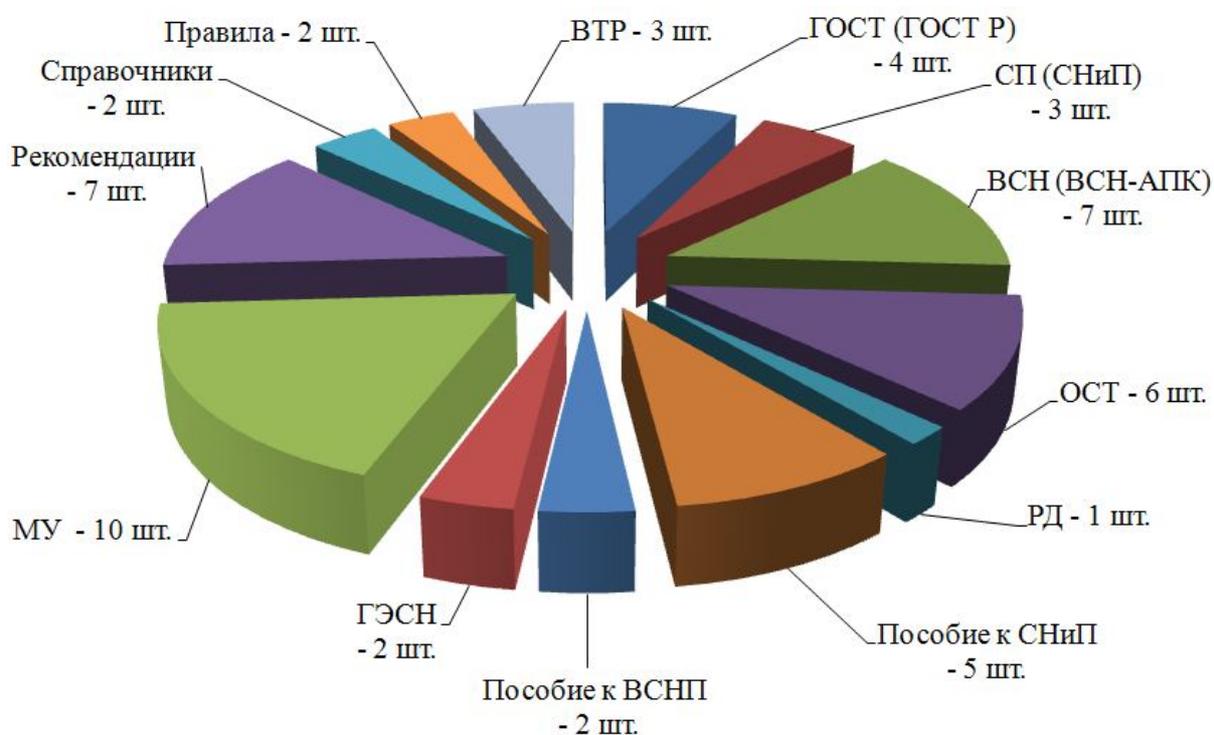


Рисунок 1 – Нормативное обеспечение в сфере строительства горизонтального закрытого дренажа

Так, согласно Федеральному закону от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [3] действующая система нормативных документов, используемых на территории Российской Федерации, включает в себя:

- национальные стандарты;
- международные стандарты;
- стандарты иностранных государств;
- региональные стандарты;

- предварительные национальные стандарты;
- своды правил;
- региональные своды правил;
- своды правил иностранных государств;
- стандарты организаций.

Ведомственные строительные нормы, государственные элементные сметные нормы, отраслевые стандарты, а также пособия, методические указания, инструкции, руководства, рекомендации и прочие документы в настоящее время находятся вне правового поля данного федерального закона [3].

На данный момент нормативная документация значительно устарела. Она содержит нормы, методы расчета и требования к конструкциям и технологиям, которые не удовлетворяют современным условиям и не могут обеспечить выполнение требований Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [4].

В связи с этим возникла необходимость переработки нормативной документации в области строительства горизонтального дренажа на высоком научно-техническом уровне в соответствии с требованиями действующей законодательной базы.

Необходимо отметить, что в нормативной документации в области строительства дренажа должны быть отражены все способы производства работ при устройстве дренажа, в частности следующие:

- широкотраншейный, раздельный или полумеханизированный, осуществляемый одноковшовым экскаватором и вспомогательными машинами, – характеризуется устройством полки и укладкой труб и фильтра вручную, может применяться в грунтах с высоким уровнем стояния грунтовых вод только при соответствующем обосновании;

- траншейный, осуществляемый многоковшовыми экскаваторами, – характеризуется шириной траншеи до 0,6 м;

- узкотраншейный, осуществляемый экскаваторами, имеющими скребковые или комбинированные (полуковши-скребки) землеройные рабочие органы, – характеризуется шириной траншеи до 0,3 м и использованием преимущественно пластмассовых и стеклопластиковых труб с фильтром из нетканых искусственных материалов;

- бестраншейный, выполняемый машинами с пассивными рабочими органами, применяется, как правило, в грунтах плавунного ти-

па. В грунтах легкого механического состава при коэффициенте фильтрации 0,3 м/сут и более допускается строительство дренажа бестраншейным способом с рулонными защитно-фильтрующими материалами. При укладке дрен в грунтах с коэффициентом фильтрации менее 0,3 м/сут необходимо устройство объемного фильтра из сыпучих материалов [5].

В настоящее время ФГБНУ «РосНИИПМ» разрабатывает нормативный документ «Мелиоративные и водохозяйственные системы и сооружения. Строительство горизонтального закрытого дренажа на землях сельскохозяйственного назначения. Правила и контроль выполнения, требования к результатам работ». Документ будет регламентировать работы подготовительного и основного периода строительства горизонтального закрытого дренажа, включая правила выполнения строительных работ при сооружении дренажных систем, их элементов, проведения работ в особых условиях (зимнего времени), а также требования строительного и эксплуатационного контроля.

Утверждение и ввод в действие нормативного документа будет способствовать формированию нормативно-технической базы, регламентирующей работы в области строительства горизонтального закрытого дренажа в мелиоративном комплексе в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации. Его применение позволит выполнять работы в области строительства горизонтального дренажа на более высоком техническом уровне, что будет способствовать увеличению продуктивности и устойчивости сельскохозяйственного производства, повышению плодородия почв средствами комплексной мелиорации в условиях изменения климата и природных аномалий, повышению продукционного потенциала мелиорируемых земель и эффективному использованию природных ресурсов. Разработка данного документа не исключает необходимости актуализации нормативной документации в области проектирования и эксплуатации дренажа, которую необходимо провести в ближайшее время.

Список использованных источников

1 Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы: Федеральная целевая программа от 12 октября 2013 г. № 922: по состоянию на 12 октября 2013 г. // Кодекс 2014 [Электронный ресурс]. – «Кодекс-Юг», 2014.

2 Перечень действующих ведомственных нормативно-технических документов в области мелиорации и сельхозводоснабжения. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2012. – 131 с.

3 О техническом регулировании: Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ: по состоянию на 23 июня 2014 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

4 Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ: по состоянию на 2 июля 2013 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

5 Мелиоративные системы и сооружения. Часть 1. Оросительные системы. Общие требования по проектированию и строительству. СТО НОСТРОЙ 2.33.20-2011: утв. НОСТРОЙ 05.12.2011: введ. в действие с 05.12.2011. – М.: НОСТРОЙ, 2011. – 146 с.

УДК 626.823.88.004:34(083.74)

А. Л. Кожанов

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

НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОВЫПУСКОВ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ

В статье обоснована актуальность разработки документа в области стандартизации по эксплуатации водовыпусков оросительных каналов. Рассмотрено нормативное обеспечение эксплуатации водовыпусков оросительных каналов в РФ, а также международный опыт в данной области. Сделан вывод о том, что деятельность в области эксплуатации, в частности комплекса технических эксплуатационных мероприятий на водовыпусках оросительных магистральных каналов, регулируется несколькими федеральными законами и другими нормативными актами, однако отсутствует документация в области стандартизации по эксплуатации водовыпусков оросительных каналов, а также методические указания, рекомендации, которые могут послужить основой для разработки документов в области стандартизации по эксплуатации водовыпусков оросительных каналов. Приведены выявленные в ходе предварительного анализа научно-технические документы. Они предлагают различные положения, относящиеся к эксплуатации сооружений, которые можно учесть при разработке документа в области стандартизации по эксплуатации водовыпусков оросительных каналов.

Ключевые слова: стандартизация, эксплуатация, водовыпуск, оросительный канал, техническая документация, правовой акт.

В соответствии со статьей 36 «Требования к обеспечению безопасности зданий и сооружений в процессе эксплуатации» Федераль-

ного закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [1] и статьей 9 Федерального закона от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» [2] эксплуатирующая организация обязана организовывать эксплуатацию гидротехнических сооружений (ГТС) в соответствии с разработанными и согласованными с федеральными органами исполнительной власти правилами эксплуатации. В настоящее время в большинстве случаев отсутствуют согласованные и утвержденные правила эксплуатации, в частности для водовыпусков оросительных каналов.

Для исполнения общих требований к обеспечению безопасности ГТС, в целях обеспечения допустимого уровня риска их аварии, постоянного контроля состояния и повышения эффективности эксплуатации водовыпусков оросительных магистральных каналов, в соответствии с требованиями Федерального закона от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» [2] необходимо разрабатывать документацию по проведению комплекса технических эксплуатационных мероприятий, которые послужат основой для разработки правил эксплуатации водовыпусков оросительных каналов.

Рассматривая законодательство РФ, регулирующее деятельность в области эксплуатации водовыпусков оросительных каналов, нельзя обойти вниманием следующие правовые акты.

В соответствии со ст. 29 Федерального закона «О мелиорации земель» [3] граждане (физические лица) и юридические лица, которые эксплуатируют мелиоративные системы, отдельно расположенные гидротехнические сооружения и защитные лесные насаждения, обязаны содержать указанные объекты в исправном (надлежащем) состоянии и принимать меры по предупреждению их повреждения.

Правила эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных ГТС, а также правила содержания защитных лесных насаждений обязательны для всех граждан (физических лиц) и юридических лиц.

Водный кодекс Российской Федерации [4] регулирует эксплуатацию гидротехнических сооружений (в частности, водовыпусков оросительных каналов) статьями 39 и 42.

Так, в пункте 2 статьи 39 указывается, что собственники водных объектов, водопользователи при использовании водных объектов обя-

заны содержать в исправном состоянии эксплуатируемые гидротехнические и иные сооружения, расположенные на водных объектах, информировать уполномоченные исполнительные органы государственной власти и органы местного самоуправления об авариях и иных чрезвычайных ситуациях на водных объектах, своевременно осуществлять мероприятия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на водных объектах, вести в установленном порядке учет объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и выполнять иные предусмотренные настоящим Кодексом, другими федеральными законами обязанности.

В пунктах 1 и 2 ст. 42 Водного кодекса говорится, что при эксплуатации гидротехнических сооружений должны предусматриваться и своевременно осуществляться мероприятия по охране водных объектов, а также водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира, а при использовании водных объектов, входящих в водохозяйственные системы, не допускается изменение водного режима этих водных объектов, которое может привести к нарушению прав третьих лиц.

Федеральным законом «О безопасности гидротехнических сооружений» [2] регулируются отношения, возникающие при осуществлении деятельности по обеспечению безопасности при эксплуатации, реконструкции, восстановлении, консервации и ликвидации гидротехнических сооружений, устанавливаются обязанности органов государственной власти, собственников гидротехнических сооружений и эксплуатирующих организаций по обеспечению безопасности ГТС. Статья 9 настоящего федерального закона регламентирует обязанности собственников ГТС и эксплуатирующих организаций обеспечивать соблюдение норм и правил безопасности ГТС при их эксплуатации, ремонте, реконструкции, консервации, выводе из эксплуатации и ликвидации, контроль (мониторинг) показателей состояния ГТС, разработку и своевременное уточнение критериев безопасности ГТС.

В Федеральном законе № 384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [1] особое внимание следует уделить следующим статьям:

- статье 5 «Обеспечение соответствия безопасности зданий и сооружений, а также связанных со зданиями и с сооружениями процес-

сов проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации (сноса) требованиям настоящего федерального закона»;

- статье 36 «Требования к обеспечению безопасности зданий и сооружений в процессе эксплуатации»;

- статье 38 «Общие положения об оценке соответствия зданий и сооружений, а также связанных со зданиями и с сооружениями процессов проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации (сноса)»;

- статье 40 «Правила обязательной оценки соответствия зданий и сооружений, а также связанных со зданиями и с сооружениями процессов эксплуатации».

В соответствии со ст. 55.24 «Требования законодательства Российской Федерации к эксплуатации зданий, сооружений» Федерального закона от 28 ноября 2011 года № 337-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [5] безопасность здания или сооружения в процессе эксплуатации должна обеспечиваться посредством технического обслуживания, периодических осмотров и контрольных проверок и (или) мониторинга состояния основания, строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения, а также посредством текущих ремонтов здания или сооружения. В целях обеспечения безопасности зданий, сооружений в процессе их эксплуатации должны обеспечиваться техническое обслуживание зданий, сооружений, эксплуатационный контроль и текущий ремонт зданий, сооружений.

К документам, используемым при эксплуатации водовыпусков оросительных каналов, можно отнести правила, методические указания, инструкции, руководства, пособия, нормативы, нормы. В результате сбора, анализа и обобщения научно-технической документации установлено, что наиболее подходящими документами, отражающими специфику эксплуатации водовыпусков оросительных каналов, являются Правила технической эксплуатации сооружений инженерной защиты населенных пунктов [6]; Правила эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений [7]; СНиП 2.06.03-85 «Мелиоративные системы и сооружения» [8]; Временные правила по технической эксплуатации Донского

магистрального канала [9]; П 92-2001 (ВНИИГ) «Рекомендации по обследованию гидротехнических сооружений с целью оценки их безопасности» [10]; РД 153-34.0-03.205-2001 «Правила безопасности при обслуживании гидротехнических сооружений и гидромеханического оборудования энергоснабжающих организаций» [11].

Согласно Приказу Минстроя РФ от 29 декабря 1995 г. № 17-139 «Об утверждении Правил технической эксплуатации сооружений инженерной защиты населенных пунктов» [6] при эксплуатации водовыпусков необходимо проводить очистку водовыпусков и служебных мостиков от мусора, осадка, снега и наледи; уход за затворами, задвижками, шандорами; смазку подвижных частей; проверку уплотнений и своевременную их замену; консервацию на зиму и утепление затворов с подъемными механизмами, задвижек, шандор и их расконсервирование к наступлению теплого времени года; окраску затворов с подъемными механизмами, задвижек, шандор устойчивыми красителями и лаками. Также при ремонте необходимо выполнять восстановление или замену поврежденных водовыпусков; ремонт или замену затворов, их подъемных механизмов, задвижек и шандор; ремонт или замену служебных мостиков и других элементов оборудования водовыпусков.

В Правилах эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений [7] рассматриваются основные задачи службы эксплуатации, приводятся основная техническая документация, необходимая для эксплуатации, состав визуальных наблюдений, основные положения по маневрированию затворами.

В СНиП 2.06.03-85 [8] приведены основное назначение и основные положения по конструктивным особенностям водовыпусков.

Рассматривая Временные правила по технической эксплуатации Донского магистрального канала [9], можно сказать, что при эксплуатации водовыпусков оросительных каналов в течение года имеют место два периода: зимний (нерабочее состояние); летний (поливной период, в течение которого водовыпуски находятся в рабочем состоянии).

Основной задачей зимнего периода является подготовка сооружений к последующей их эксплуатации в поливном периоде, заключающаяся в техническом осмотре подводных элементов и частей водовыпусков. Обнаруженные при этом мелкие неисправности и по-

вреждения оформляются дефектными ведомостями и исправляются в порядке проведения текущих ремонтов. Также должны быть осмотрены, отремонтированы, проверены затворы и подъемные механизмы. Одной из работ зимнего периода является также подготовка сооружений к пропуску весеннего паводка местного стока. Весной перед заполнением каналов водой необходимо очистить отверстия всех водовыпусков и наблюдательные колодцы водомерных постов от куря и отложившихся наносов.

В летний рабочий период основной задачей службы эксплуатации является осуществление планового водозабора, транспортировки и распределения воды между водопользователями, для чего должны проводиться все мероприятия, обеспечивающие содержание водовыпусков в исправном, рабочем состоянии.

В рекомендациях П 92-2001 [10] рассматриваются вопросы оценки безопасности эксплуатируемых ГТС и основные контролируемые показатели состояния водовыпусков.

В правилах безопасности РД 153-34.0-03.205-2001 [11] рассматриваются вопросы, касающиеся мер безопасности при обслуживании гидросооружений и гидромеханического оборудования.

При разработке документов в области стандартизации по эксплуатации водовыпусков оросительных каналов также нельзя обойти вниманием международный опыт в данной области стандартизации. Международные стандарты отражают опыт экономически развитых стран мира, результаты научных исследований, органов и представляют собой правила, общие принципы или характеристики для большинства стран. Международный опыт применительно к эксплуатации водовыпусков оросительных каналов автором изучался по информационным базам ФГУП «Стандартинформ» [12]. Был произведен анализ присутствия приемлемых к использованию стандартов Международной организации по стандартизации (ISO), Международной электротехнической комиссии (МЭК) и стандартов Республики Беларусь и Республики Казахстан.

В стандартах Международной организации по стандартизации, Международной электротехнической комиссии, в стандартах Республики Беларусь и Республики Казахстан не нашлось напрямую используемых стандартов по эксплуатации водовыпусков оросительных каналов. Все рассмотренные стандарты, такие как стандарты оборудо-

вания для орошения, технические требования и методы испытаний капельных водовыпусков и гидрантов водовыпусков и др., имели косвенное отношение. В связи с этим имеется необходимость разработки документов в области стандартизации по эксплуатации водовыпусков оросительных каналов.

Анализируя вышесказанное, можно сделать следующие выводы:

- деятельность в области эксплуатации, в частности комплекса технических эксплуатационных мероприятий на водовыпусках оросительных магистральных каналов, регулируется Федеральным законом № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [1], Федеральным законом № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» [2], Федеральным законом «О мелиорации земель» [3], Водным кодексом Российской Федерации [4], Федеральным законом № 337-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [5] и другими, однако отсутствует документация в области стандартизации по эксплуатации водовыпусков оросительных каналов, а также методические указания, рекомендации, которые могут послужить основой для разработки документов в области стандартизации по эксплуатации водовыпусков оросительных каналов;

- в стандартах Международной организации по стандартизации (ISO), Международной электротехнической комиссии, Республики Беларуси и Республики Казахстан нет стандартов, напрямую используемых при эксплуатации водовыпусков оросительных каналов;

- предварительный анализ научно-технической документации выявил ряд документов, которые предлагают различные положения, относящиеся к эксплуатации сооружений, но в конечном счете могут являться источниками информации при разработке документов в области стандартизации по эксплуатации водовыпусков оросительных каналов.

Список использованных источников

1 Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ: по состоянию на 2 июля 2013 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

2 О безопасности гидротехнических сооружений: Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ: по состоянию на 28 декабря 2013 г. //

Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

3 О мелиорации земель: Федеральный закон от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ: по состоянию на 28 ноября 2011 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

4 Водный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ: по состоянию на 28 декабря 2013 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

5 О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 28 ноября 2011 года № 337-ФЗ: по состоянию на 28 ноября 2011 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

6 Об утверждении Правил технической эксплуатации сооружений инженерной защиты населенных пунктов: Приказ Министра РФ от 29 декабря 1995 г. № 17-139: по состоянию на 20 октября 2006 г. // Кодекс 2014 [Электронный ресурс]. – «Кодекс-Юг», 2014.

7 Правила эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений: утв. М-вом сельского хозяйства и продовольствия Рос. Федерации 26.05.98: введ. в действие с 26.05.98. – М.: ГП СНЦ «Госэкомелиовод», 1998. – 40 с.

8 Мелиоративные системы и сооружения: СНиП 2.06.03-85: утв. Гос. комитетом СССР по делам строительства 17.12.85: введ. в действие с 01.07.86. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1998. – 129 с.

9 Временные правила по технической эксплуатации Донского магистрального канала: утв. М-вом сельского хозяйства РСФСР: введ. в действие с 17.07.59. – Ростов н/Д.: «Южгипроводхоз», 1959. – 83 с.

10 Рекомендации по обследованию гидротехнических сооружений с целью оценки их безопасности: П 92-2001: утв. Департаментом научно-технической политики и развития РАО «ЕЭС России» 07.10.00: введ. в действие с 01.04.01. – СПб.: «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева», 2001. – 56 с.

11 Правила безопасности при обслуживании гидротехнических сооружений и гидромеханического оборудования энергоснабжающих организаций: РД 153-34.0-03.205-2001: утв. М-вом энергетики Рос. Федерации 13.04.01: введ. в действие с 01.11.01. – М.: НЦ ЭНАС, 2001. – 128 с.

12 ФГУП «Стандартинформ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://standards.ru>, 2014.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В СФЕРЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ

В статье проанализировано современное состояние нормативного обеспечения в сфере проектирования мелиоративных объектов. Выявлено 103 нормативных документа, регламентирующих работы по проектированию. Отмечено, что они в значительной степени устарели и не соответствуют современным требованиям, в частности, имеют устаревшие нормы, требования и методы расчета, регламентируют применение устаревших строительных материалов и конструкций сооружений. На основании анализа определены направления совершенствования нормативной базы в области проектирования.

Ключевые слова: нормативное обеспечение, проектирование мелиоративных объектов, нормативный документ, Еврокод, техническое регулирование.

Проектная деятельность, являющаяся связующим звеном между НИОКР и отраслями материального производства, способна рационально организовать техническое перевооружение, реконструкцию, модернизацию и новое строительство мелиоративных объектов, их быстрейший ввод в действие и эффективную эксплуатацию. Однако качество проектов и применение в проектах научно-технических достижений ресурсо- и энергосберегающих технологий и оборудования, экономичных объемно-планировочных и конструктивных решений в значительной мере не соответствуют современным требованиям [1].

Так, анализ нормативной документации в области проектирования мелиоративных объектов выявил наличие 103 документов, регламентирующих работы по проектированию (рисунок 1). Необходимо отметить, что данные документы были разработаны в 70–90-е годы прошлого века, в значительной степени устарели и не соответствуют современным требованиям, в частности, имеют устаревшие нормы, требования и методы расчета, регламентируют применение устаревших строительных материалов и конструкций сооружений.

Совершенствование нормативной базы в области проектирования должно вестись по трем следующим направлениям [2]:

- первое направление – обновление и актуализация действующей нормативной базы в области проектирования. Необходимо отме-

титель, что программа актуализации нормативных документов (в нее вошли только СНиПы с переводом в СП), которая должна была закончиться в 2012 году, была сорвана. На данный момент времени актуализировано всего около 50 % СНиПов, при этом СНиП «Мелиоративные системы и сооружения» так и не вошел в программу актуализации Минрегионразвития. Т. е. назрела необходимость форсирования работ по пересмотру нормативных документов, но не только СНиПов, а и ВСН, РД, ОСТ и других;

- второе направление – сближение требований Еврокодов с российскими нормами;

- третье направление – переход на техническое регулирование в соответствии с проектом Технического регламента Таможенного союза «О безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий», который должен вступить в силу в 2015 году.

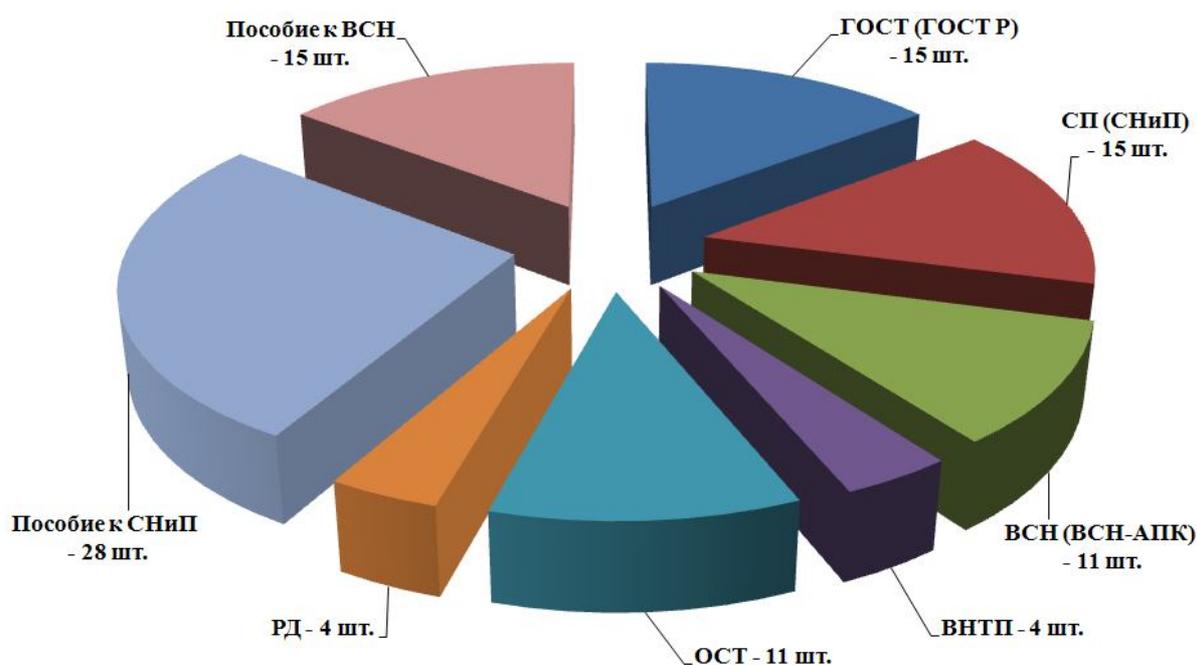


Рисунок 1 – Нормативное обеспечение в сфере проектирования мелиоративных объектов

Таким образом, разработка нормативных документов мелиоративного комплекса в части комплекса нормативных документов по проектированию должна вестись с учетом европейских строительных стандартов (Еврокодов).

Еврокоды – это нормативные документы в области проектирования и строительства, согласованные на уровне Евросоюза и реко-

мендованные к применению странами – членами союза с учетом национальных особенностей.

Данные нормативные документы используют страны – члены ЕС и Европейской Ассоциации свободной торговли (ЕФТА) в следующих целях [3]:

- для согласования проектов инженерных сооружений (в том числе высотных) с действующей строительной директивой 89/106/ЕЕС, в особенности с требованиями п. 1 «Механическое сопротивление и устойчивость» и п. 2 «Пожаробезопасность»;

- как основание для спецификации договоров на строительные работы и требующиеся для них инженерные работы;

- в качестве рамочных условий для составления согласованных технических описаний строительной продукции.

Так как стандарты Eurocode относятся к строительству, они непосредственно связаны с основополагающими документами, на которые ссылается двенадцатая статья Директивы по строительной продукции.

Программа Еврокодов включает в себя десять частей, охватывающих основы строительного проектирования, воздействия (нагрузки), геотехнику, сейсмостойкость и основные виды строительных материалов (рисунок 2) [3, 4]:

- EN 1990 – Основы строительного проектирования;
- EN 1991 – Нагрузки на строительные конструкции;
- EN 1992 – Проектирование бетонных строительных конструкций;

- EN 1993 – Проектирование стальных конструкций;
- EN 1994 – Проектирование железобетонных конструкций;
- EN 1995 – Проектирование деревянных конструкций;
- EN 1996 – Проектирование кирпичных и каменных конструкций;

- EN 1997 – Геотехническое проектирование;
- EN 1998 – Проектирование сейсмостойких конструкций;
- EN 1999 – Проектирование алюминиевых конструкций.

На данный момент принято 58 Еврокодов и 1501 приложение к ним.

Однако прямое применение Еврокодов без адаптации к российским условиям невозможно, так как многие Еврокоды определяют

только параметры стандарта, а конкретные значения должны указываться в отдельных национальных приложениях, учитывающих местные особенности (климат, почвы, сейсмостойкость и т. д.) и дополнительные требования к отдельным параметрам строительства, которые могут быть выше, но не ниже европейских. При проведении работы по гармонизации европейских норм с отечественными выявилась серьезная проблема: многие термины, принятые в Еврокодах, далеко не всегда соответствуют содержанию аналогичных терминов в российской нормативно-технической документации.

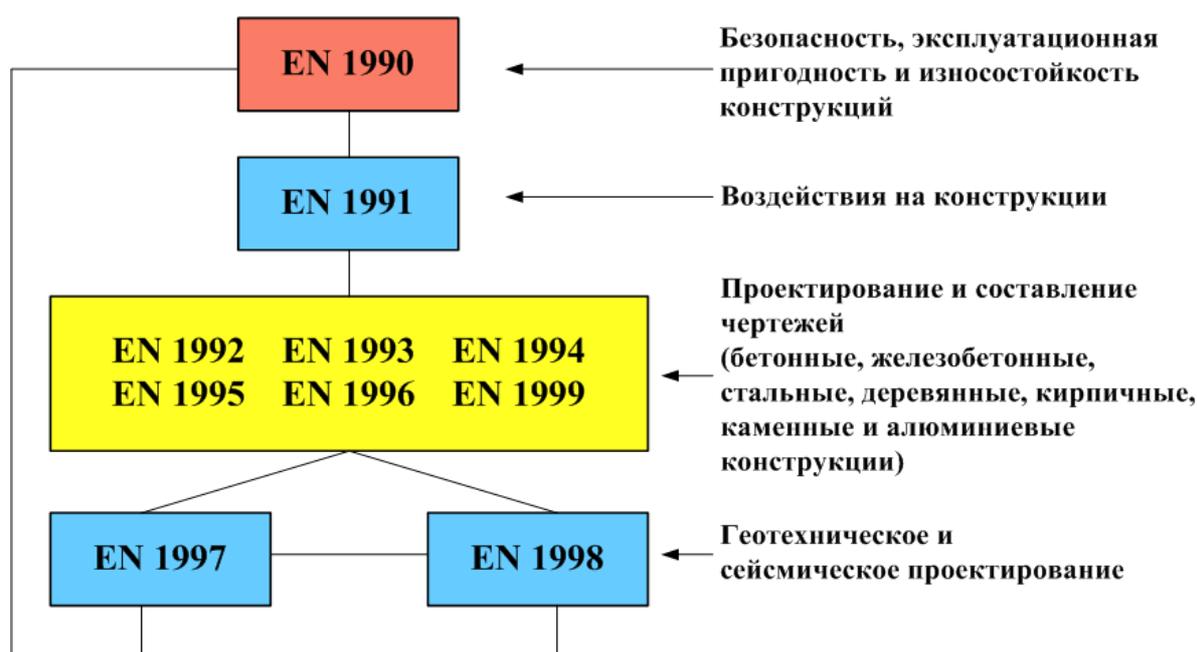


Рисунок 2 – Система Еврокодов [4]

Унификация нормативной базы с международной системой стандартизации ИСО, включая директивы ЕС, должна проводиться при максимальном сохранении идеологии развития отечественной мелиоративной школы в области проектирования мелиоративных объектов.

В настоящее время с участием проектного сообщества подготовлен Технический регламент Таможенного союза «О безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий» [5]. На основании вышеуказанного регламента должна быть реализована программа по разработке межгосударственных строительных норм (МСН), которые должны учитывать интересы всех сторон. Данная программа рассчитана на период до 2015 года. При этом следует отметить, что за достаточно короткий период времени предстоит разра-

ботать значительное количество МСН и при этом максимально учесть и сбалансировать интересы участников союза, а Российской Федерации – пересмотреть действующие нормы на соответствие указанному регламенту [2, 6].

Также следует отметить, что в проекте документа Таможенного союза сделана попытка построения именно системы документов, применением которых предусматривается обеспечивать соблюдение требований безопасности к объектам технического регулирования, в том числе в процессе проектирования. В частности, условием удовлетворения требованиям технических регламентов (презумпцией соответствия) после 2015 года должно стать, согласно проекту документа, включение в перечень для применения следующих четырех групп документов [2, 4]:

- межгосударственных строительных норм, которые содержат требования в форме конкретных задач по обеспечению безопасности зданий и сооружений и согласно проекту документа должны применяться на обязательной основе;

- межгосударственных сводов правил, содержащие способы решения поставленных межгосударственными проектными и строительными нормами задач по обеспечению безопасности; могут применяться на добровольной основе;

- межгосударственных стандартов;

- международных, региональных европейских стандартов.

В заключение хотелось бы отметить, что решение вышеприведенных задач позволит в скорейшем времени повысить качество проектирования мелиоративных объектов до современных стандартов.

Список использованных источников

1 Каменецкий, М. И. Проектная деятельность в России: современные проблемы, потенциальные возможности, перспективы [Электронный ресурс] / М. И. Каменецкий, А. А. Шефов. – Режим доступа: <http://ecfor.ru/pdf.php?id=books/sa2008/15>, 2014.

2 Тезисы к докладу «О направлениях развития нормативно-правовой базы в сфере архитектурно-строительного проектирования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pandia.ru/text/77/22/53441.php>, 2014.

3 Строительные стандарты EUROCODE (Еврокод) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://normdocs.ru/page.jsp?pk=node_1193045015692, 2014.

4 Техническое регулирование в строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rpp.nashaucheba.ru/docs/index-7362.html>, 2014.

5 О включении Еврокодов на альтернативной основе в доказательную базу «Технического регламента о безопасности зданий и сооружений»: Поручение Правительства РФ и Минрегиона России от 16 июня 2010 г. № ИШ-П9-4012 // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

6 Резолюция круглого стола на тему: «Инновации в проектировании: опыт, тенденции, перспективы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lib.convdocs.org/docs/index-154445.html>, 2014.

УДК 626.83.000.34

А. Е. Шепелев

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

РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТНОШЕНИЙ В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЛАВУЧИХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ МЕЛИОРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В статье приведены результаты проведенных ФГБНУ «РосНИИПМ» исследований обеспечения документацией в области стандартизации деятельности организаций мелиоративного комплекса, эксплуатирующих плавучие насосные станции мелиоративного назначения. Отмечено, что нормативная документация в сфере эксплуатации плавучих насосных станций потеряла свою актуальность и требует переработки. В статье раскрыт вопрос приведения нормативно-методической документации в соответствие с действующим законодательством и выявлены инструменты регулирования отношений при осуществлении безопасной эксплуатации плавучих насосных станций мелиоративного назначения.

Ключевые слова: федеральный закон, эксплуатация, гидротехническое сооружение, безопасность, насосная станция.

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 обуславливается необходимостью приведения нормативной документации 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 плавучих насосных станций потеряла свою актуальность и требует переработки в связи с согласованием с Федеральным законом № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» [1].

Настоящий федеральный закон регулирует отношения, возникающие при осуществлении деятельности по обеспечению безопасности при проектировании, строительстве, капитальном ремонте, эксплуатации, реконструкции, консервации и ликвидации гидротехнических сооружений, устанавливает обязанности органов государственной власти, собственников гидротехнических сооружений и эксплуатирующих организаций по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений [2].

Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений осуществляется на основании следующих общих требований:

- обеспечение допустимого уровня риска аварий гидротехнических сооружений;
- государственный надзор за безопасностью гидротехнических сооружений;
- непрерывность эксплуатации гидротехнических сооружений;
- осуществление мер по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений, в том числе установление критериев их безопасности, оснащение гидротехнических сооружений техническими средствами в целях постоянного контроля за их состоянием, обеспечение необходимой квалификации работников, обслуживающих гидротехническое сооружение;
- необходимость заблаговременного проведения комплекса мероприятий по максимальному уменьшению риска возникновения чрезвычайных ситуаций на гидротехнических сооружениях;
- ответственность за действия (бездействие), которые повлекли за собой снижение безопасности гидротехнических сооружений ниже допустимого уровня.

Собственник гидротехнического сооружения и (или) эксплуатирующая организация обязаны:

- обеспечивать соблюдение обязательных требований при строительстве, капитальном ремонте, эксплуатации, реконструкции, консервации и ликвидации гидротехнических сооружений, а также их техническое обслуживание, эксплуатационный контроль и текущий ремонт;

- обеспечивать контроль (мониторинг) показателей состояния гидротехнического сооружения, природных и техногенных воздействий и на основании полученных данных осуществлять оценку безопасности гидротехнического сооружения, в том числе регулярную оценку безопасности гидротехнического сооружения и анализ причин ее снижения с учетом работы гидротехнического сооружения в каскаде, вредных природных и техногенных воздействий, результатов хозяйственной и иной деятельности, в том числе деятельности, связанной со строительством и эксплуатацией объектов на водных объектах и прилегающих к ним территориях ниже и выше гидротехнического сооружения;

- обеспечивать разработку правил эксплуатации, требований, содержание которых устанавливается в соответствии с Рекомендациями к содержанию правил эксплуатации гидротехнических сооружений (за исключением судоходных гидротехнических сооружений) (утв. Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 27 сентября 2012 г. № 546), а именно разделом III «Рекомендации к содержанию правил эксплуатации гидротехнических сооружений водохозяйственного комплекса» [3];

- развивать системы контроля состояния гидротехнического сооружения;

- систематически анализировать причины снижения безопасности гидротехнического сооружения и своевременно осуществлять разработку и реализацию мер по обеспечению технически исправного состояния гидротехнического сооружения и его безопасности, а также по предотвращению аварии гидротехнического сооружения;

- обеспечивать проведение регулярных обследований гидротехнического сооружения;

- создавать финансовые и материальные резервы, предназначенные для ликвидации аварии гидротехнического сооружения, в порядке, установленном Правительством Российской Федерации, для соз-

дания и использования резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

- организовывать эксплуатацию гидротехнического сооружения в соответствии с разработанными и согласованными с федеральными органами исполнительной власти, утвержденными Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2004 г. № 401 «Положения о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору», уполномоченными на проведение федерального государственного надзора в области безопасности гидротехнических сооружений, правилами эксплуатации гидротехнического сооружения и обеспечивать соответствующую нормам и правилам квалификацию работников эксплуатирующей организации [3, 4];

- поддерживать в постоянной готовности локальные системы оповещения о чрезвычайных ситуациях на гидротехнических сооружениях;

- содействовать федеральным органам исполнительной власти, уполномоченным на проведение федерального государственного надзора в области безопасности гидротехнических сооружений, в реализации их функций;

- совместно с органами местного самоуправления информировать население о вопросах безопасности гидротехнических сооружений;

- финансировать мероприятия по эксплуатации гидротехнического сооружения, обеспечению его безопасности, а также работы по предотвращению и ликвидации последствий аварий гидротехнического сооружения;

- заключать договор обязательного страхования гражданской ответственности в соответствии с законодательством Российской Федерации об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте;

- осуществлять капитальный ремонт, реконструкцию, консервацию и ликвидацию гидротехнического сооружения в случае его несоответствия обязательным требованиям.

Собственник гидротехнического сооружения и (или) эксплуатирующая организация несут ответственность за безопасность гидротехнического сооружения (в том числе возмещают в соответствии со статьями 16, 17 и 18 Федерального закона № 117-ФЗ ущерб, нанесенный в результате аварии гидротехнического сооружения) вплоть

до момента перехода прав собственности к другому физическому или юридическому лицу либо до полного завершения работ по ликвидации гидротехнического сооружения [2].

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что регулирование отношений при осуществлении безопасной эксплуатации плавучих насосных станций мелиоративного назначения должно осуществляться в соответствии со статьей 9 Федерального закона от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений», пунктом 1 «Положения о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2004 г. № 401, и Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 27 сентября 2012 г. № 546 «Об утверждении Рекомендаций к содержанию правил эксплуатации гидротехнических сооружений» [2–4].

Список использованных источников

1 Шепелев, А. Е. Требования к основным положениям нормативных документов в области эксплуатации мелиоративных насосных станций [Электронный ресурс] / А. Е. Шепелев, А. С. Штанько // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2012. – № 1(05). – 5 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=82&id=96>.

2 О безопасности гидротехнических сооружений: Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ: по состоянию на 28 декабря 2013 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

3 Об утверждении Рекомендаций к содержанию правил эксплуатации гидротехнических сооружений (за исключением судоходных гидротехнических сооружений): Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 27 сентября 2012 г. № 546 // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

4 О Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору: Постановление Правительства РФ от 30 июля 2004 г. № 401: по состоянию на 26 декабря 2013 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

А. С. Штанько

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

НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДБОРА ПАРАМЕТРОВ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ОСУШИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ПРИ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Для разработки нормативного документа, который должен регламентировать выбор формы поперечного сечения и его параметров для осушительных каналов проводящей, регулирующей и оградительной сети при их проектировании, ФГБНУ «РосНИИПМ» были проведены исследования, объектом которых являлись формы и параметры поперечных сечений осушительных каналов, удовлетворяющие требованиям устойчивости русла и соответствующие функциональному назначению данных каналов. В результате проведенных исследований был разработан проект национального стандарта «Мелиоративные системы и сооружения. Осушительные каналы. Поперечные сечения», который включает указания по выбору формы поперечного сечения и определению его параметров для осушительных каналов проводящей, регулирующей и оградительной сети с учетом вида грунта, в котором прокладывают канал, величины расхода, топографических условий местности, применяемых для строительства машин и механизмов и других условий. В статье представлены структура данного документа и краткое содержание разделов.

Ключевые слова: национальный стандарт, проектирование, осушительный канал, поперечное сечение, подбор параметров сечения.

Как известно, каналы осушительных систем (регулирующей, проводящей и оградительной сетей) должны иметь устойчивое русло, обеспечивающее пропуск расчетных расходов. Обеспечение этих требований зависит от правильно произведенного в процессе проектирования выбора вида поперечного сечения и его геометрических параметров в зависимости от геологических, функциональных и других требований. В связи с этим выбор поперечного сечения и геометрических параметров для всех видов осушительных каналов без ограничения по расходу должен быть регламентирован документом в области стандартизации, отвечающим требованиям современного законодательства Российской Федерации.

Обзор существующей нормативно-методической базы в области проектирования, строительства и эксплуатации мелиоративных объектов позволил выявить единственный документ в этой области – ОСТ 33-2.2.13-87 «Каналы осушительных систем на расходы до $10 \text{ м}^3/\text{с}$. Параметры поперечных сечений» [1], утвержденный и введенный в действие Приказом Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР № 429 от 25 декабря 1987 г. Данный документ был

разработан и введен в действие взамен ОСТ 33-23-79. Как видно из дат введения в действие обоих документов, актуализация ОСТ 33-23-79 потребовалась через 8 лет после вступления в силу. С 1987 года и по настоящее время ОСТ 33-2.2.13-87 не актуализировался, и на данный момент его статус в системе стандартизации РФ не определен. С одной стороны, документов, отменяющих его или переводящих в статус недействующего, в процессе анализа автором не обнаружено. С другой стороны, анализ данного документа выявил его несоответствие современным требованиям законодательства РФ о техническом регулировании и его положения требуют проверки на соответствие современным требованиям проектирования, строительства и эксплуатации мелиоративных систем [2]. Кроме этого, оформление и содержание данного документа не соответствует требованиям ГОСТ Р 1.5-2004 [3]. В связи с этим требуются коренная переработка рассмотренного нормативного документа и разработка на его основе национального стандарта, который должен регламентировать выбор поперечного сечения и его параметров для каждого вида осушительных каналов (регулирующей, проводящей и оградительной сетей) без ограничения по расходу с учетом местных геологических условий.

В связи с этим сотрудниками ФГБНУ «РосНИИПИМ» были проведены исследования, объектом которых являлись формы и параметры поперечных сечений осушительных каналов проводящей, регулирующей и оградительной сетей, которые удовлетворяют требованиям устойчивости русла и соответствуют функциональному назначению данных каналов. В результате проведенных исследований был разработан проект национального стандарта «Мелиоративные системы и сооружения. Осушительные каналы. Поперечные сечения», который включает указания по выбору формы поперечного сечения и определению его параметров для осушительных каналов проводящей, регулирующей и оградительной сети с учетом вида грунта, в котором прокладывают канал, величины расхода, топографических условий местности, применяемых для строительства машин и механизмов и других условий. В проекте стандарта представлены зависимости для определения параметров живого сечения каналов следующих форм поперечного сечения:

- трапецеидальной,
- параболической,
- параболической с донной вставкой,
- полигональной,

- комбинированной (нижняя часть на 0,2 м выше залегания неустойчивых грунтов – параболическая, верхняя – трапецеидальная).

Структурно проект стандарта построен таким образом, что указания по выбору формы поперечного сечения и определению его параметров представлены в отдельных разделах для каждого вида осушительных каналов в соответствии с их классификацией. В связи с этим проект стандарта имеет следующее содержание:

- 1 Область применения
- 2 Нормативные ссылки
- 3 Термины и определения
- 4 Общие положения
- 5 Форма и геометрические параметры поперечного сечения каналов проводящей сети
- 6 Форма и геометрические параметры поперечного сечения каналов регулирующей сети
- 7 Форма и геометрические параметры поперечного сечения каналов оградительной сети

Приложение А (обязательное) Геометрические параметры трапецеидального поперечного сечения каналов, разрабатываемых общестроительными и специализированными мелиоративными машинами.

В разделе «Область применения» указано, что настоящий стандарт регламентирует выбор формы поперечного сечения и его параметров при проектировании новых и реконструкции существующих осушительных каналов мелиоративных систем.

В разделе «Нормативные ссылки» представлены документы, на которые имеются ссылки по тексту стандарта.

В разделе «Термины и определения» приведены термины с соответствующими определениями, которые используются в данном стандарте.

В разделе «Общие положения» представлены классификация осушительных каналов и общие требования к выбору формы и параметров поперечного сечения данных каналов.

В разделе «Форма и геометрические параметры поперечного сечения каналов проводящей сети» приведены формы поперечного сечения каналов проводящей сети, условия их применения, правила определения их параметров и зависимости для определения элементов живого сечения.

В разделе «Форма и геометрические параметры поперечного сечения каналов регулирующей сети» представлены формы поперечно-

го сечения каналов регулирующей сети, правила определения их параметров и конструктивные размеры поперечных сечений открытых регулирующих каналов в зависимости от местных условий.

В разделе «Форма и геометрические параметры поперечного сечения каналов оградительной сети» приведены формы поперечного сечения каналов оградительной сети, условия их применения и правила определения их параметров.

В приложении А в табличной форме представлены геометрические параметры трапецеидального поперечного сечения осушительных каналов, которые доступны для разработки общестроительными и специализированными мелиоративными машинами.

Утверждение и ввод в действие данного проекта национального стандарта будет способствовать формированию нормативно-технической базы в мелиоративном комплексе в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации. Проектирование каналов осушительных систем в соответствии с требованиями данного стандарта позволит повысить эксплуатационную надежность каналов, за счет чего значительно снизить или исключить затраты на ликвидацию последствий аварийных ситуаций на сети, а за счет стабильного поддержания проектных отметок уровня грунтовых вод на мелиорируемых территориях – повысить урожайность сельскохозяйственных культур. Кроме этого, использование стандарта в процессе проектирования осушительных систем позволит повысить производительность труда проектировщиков.

Список использованных источников

1 ОСТ 33-2.2.13-87. Каналы осушительных систем на расходы до 10 м³/с. Параметры поперечных сечений. – Взамен ОСТ 33-23-79; введ. 1987-25-12. – М.: Госстандарт, 1987. – 9 с.

2 Штанько, А. С. Современное состояние нормативного обеспечения выбора поперечного сечения и геометрических параметров осушительных каналов при их проектировании / А. С. Штанько // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 51. – Новочеркасск: Геликон, 2013. – С. 128–133.

3 ГОСТ Р 1.5-2004. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения. – Введ. 2005-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2005. – 45 с.

РАЗДЕЛ III

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

УДК 626.823.9:631.459.2.001.18

Н. А. Антонова, Ю. Е. Домашенко, С. М. Васильев

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

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КАВИТАЦИОННОЙ ЭРОЗИИ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПРОГНОЗОВ МЕСТНЫХ РАЗМЫВОВ НА СОПРЯГАЮЩИХ СООРУЖЕНИЯХ

В статье рассматриваются основные параметры жидкости при движении в сопрягающих сооружениях: скорость течения, степень сжатия потока, крупность, расход, форма и перемещение донных наносов, глубина и форма опор в плане и поперечном сечении, форма гидрографа, косина струй, длительность стояния паводков и пр. В качестве основного процесса, определяющего степень местных размывов, выбрана кавитационная эрозия, возникающая в местах соударения потока жидкости с нижним бьефом сопрягающего сооружения. Оценку возможности возникновения кавитационной эрозии и ее степени предлагается производить путем сравнения фактических значений с критическими.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, сопрягающие сооружения, прогнозирование, кавитационная эрозия, местный размыв, кинематические и динамические свойства жидкости, конструкции каналов.

В рамках данной работы предполагается провести анализ влияния жидкости на основания канала с учетом ее кинематических и динамических свойств и конструктивных особенностей канала с целью оценки возможности возникновения кавитационной эрозии.

Особенности эксплуатации сопрягающих сооружений заключаются в специфике их работы в условиях гидродинамических нагрузок. К основным типам сопрягающих сооружений относятся перепады и быстротоки с многообразными переходными формами: быстротоки-перепады, шахтные, трубчатые, консольные перепады и др. Выбор типа сооружения основывается на технико-экономическом сопоставлении вариантов.

При сбросе воды через консольную часть сопрягающих сооружений образуется воронка размыва. В консольных водосбросах для от-

броса потока от сооружения и гашения его избыточной кинетической энергии до воронки размыва и в ней вместе с горизонтальной консолью используются также наклонный порог (трамплин), расщепитель (растекатель) потока в виде разделительных стенок, носок-расщепитель, гребенчатый трамплин и другие конструктивные элементы, размещаемые на консольной части водосбросного сооружения.

Для анализа влияния жидкости на основания канала необходимо знать кинематические параметры жидкости в канале. К настоящему времени отсутствуют универсальные зависимости, позволяющие рассчитывать эти параметры. Исследования, проведенные различными авторами [1–3], позволили вывести некоторые формулы, позволяющие рассчитывать скорость воды в канале в зависимости от ряда показателей, характеризующих индивидуальные особенности канала (коэффициента условий работы, учитывающего наличие наносов в коллоидном состоянии, средний диаметр частиц грунта и пр.).

В общем случае движение водного потока является переменным. В малых искусственных сооружениях расход потока по всей длине сооружения считается постоянным. Такое движение можно считать установившимся. Иногда такое движение нарушается и появляется переменный расход потока.

Существующие математические зависимости позволили выделить следующие параметры, оказывающие влияние на степень местных размывов мелиоративных каналов: скорость течения, степень сжатия потока, крупность, расход, форму и перемещение донных наносов, глубину и форму опор в плане и поперечном сечении, форму гидрографа, косину струй, длительность стояния паводков и пр. [1–3].

При разработке мероприятий по техническому обслуживанию водосбросных сооружений особое внимание следует уделять степени износа бетонных оснований сооружения. Авторами предлагается для прогнозирования возникновения местных размывов за счет кавитационной эрозии произвести оценку возможности возникновения кавитации, что ляжет в основу методики разработки мероприятий по техническому обслуживанию.

Условия работы водосбросных сооружений обуславливают возникновение кавитационной эрозии. Оценка возможности возникновения кавитации проводим общепринятым методом сопоставления фак-

тических значений коэффициентов кавитации вблизи рассматриваемых элементов K [4]:

$$K = \frac{H_n + H_a}{w_c^2 / 2 \cdot g},$$

где H_n – пьезометрический напор, м;

H_a – атмосферное давление, м вод. ст.;

w_c – скорость водного потока, м/с.

При этом условие возникновения кавитации выражается неравенством $K < K_{кр}$.

При неизбежности кавитационной эрозии продолжительность межремонтного периода должна соответствовать либо начальному периоду развития эрозии, в течение которого еще нет видимых повреждений поверхности, либо тому периоду времени, в течение которого кавитационные повреждения не достигают опасного для сооружения объема.

При моделировании процессов образования местных размывов в первую очередь необходимо пользоваться уравнениями гидродинамики для определения кинематических и динамических характеристик водного потока – скорости, давления, плотности – в зависимости от глубины и продольной координаты потока.

Возможность возникновения кавитационной эрозии необходимо определять при оценке степени местных размывов как на текущий момент, так и в случае моделирования развития процессов. Оценку возможности возникновения кавитационной эрозии производят путем сравнения фактических значений с критическими, величины которых принимаются для каждого сопрягающего сооружения индивидуально и должны учитывать конструктивные особенности, используемые строительные материалы и степень износа гидротехнических сооружений на момент проведения расчетов.

Список использованных источников

1 Гидротехнические сооружения / Н. П. Розанов [и др.]; под ред. Н. П. Розанова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 432 с.

2 Гидротехнические сооружения / Г. В. Железняков [и др.]; под ред. В. П. Недриги. – М.: Стройиздат, 1983. – 543 с.

3 Гидроэнергетика и комплексное использование водных ресурсов / П. С. Непорожний [и др.]. – М.: Энергоиздат, 1982. – 559 с.

4 Воробьев, Г. А. Защита гидротехнических сооружений от кавитации / Г. А. Воробьев. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 247 с.

УДК 631.674

В. В. Грузин, Ж. Х. Жантлесов, А. Н. Кебекбай

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Астана,
Республика Казахстан

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ГИДРОМЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ С НЕДОСТАТОЧНОЙ ПРИРОДНОЙ ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬЮ

С целью исследования возможности использования в качестве способа орошения пахотных земель кинематического механизма, который бы обеспечивал движение крайней от центра точки системы орошения по циклоидальной траектории, авторами были проведены теоретические исследования, в которых как направляющая использована укороченная гипоциклоида, образованная специальным рабочим органом. Для выяснения потенциальных возможностей данной технологии орошения были выполнены теоретические исследования численным методом, в ходе которых определялись геометрические параметры гипоциклоиды, в наибольшей степени удовлетворяющие решению поставленной задачи. Анализ полученных результатов позволил определить характер и геометрические параметры перспективной траектории. Расчеты показывают, что при обеспечении такой траектории движения концевой точки оросительной системы прирост дополнительно орошаемой площади по сравнению с традиционной круговой траекторией составит порядка 24,1 %.

Ключевые слова: гидротехническая мелиорация, способ мелиорации, технология кругового орошения, водообеспеченность, гипоциклоидальная траектория.

В условиях нарастающего дефицита водных ресурсов, используемых для полива, и постоянного стремления предприятий агропромышленного комплекса к увеличению площадей орошаемых земель большое значение имеют инновационные решения, позволяющие увеличить валовую продукцию растениеводства и улучшить ее качество. При этом проблема рационального использования водных ресурсов должна быть устранена одновременно с поиском прогрессивных форм земледелия, которые бы позволили снизить расход материальных и людских ресурсов на получение разнообразной диверсификационной сельскохозяйственной продукции высокого качества и кормов для развития животноводства [1].

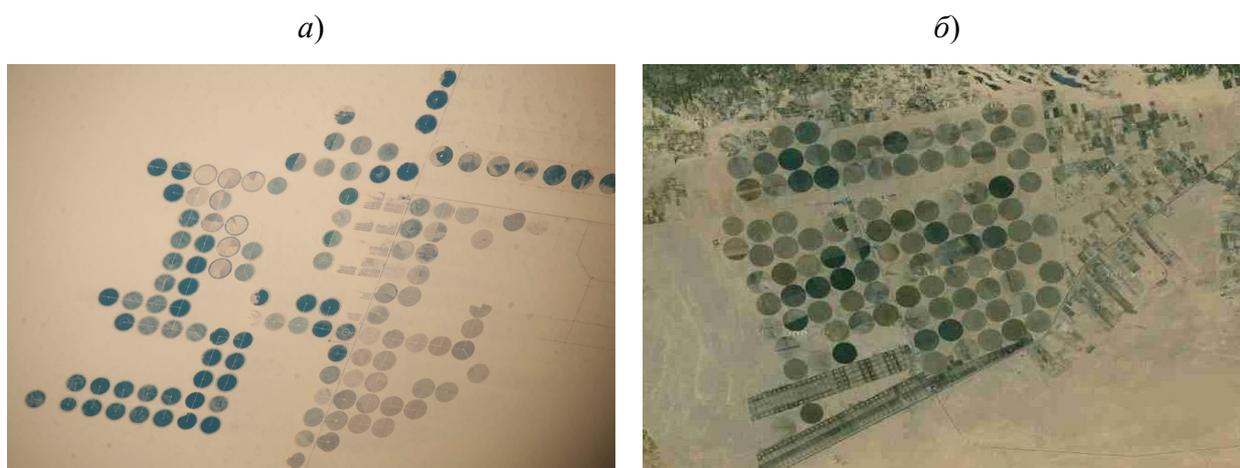
Важным показателем использования орошаемых земель является продуктивность водообеспеченности. Так, современный опыт хозяйствования показывает, что на одном гектаре орошаемых земель по отдельным культурам при современных технологиях полива можно получать продукции в 12–15, а в некоторых случаях и в 20 раз больше, чем с одного гектара неполивной пашни [2].

Следует также отметить, что нормативные показатели водопотребления в орошаемом земледелии должны корректироваться с учетом:

- глобального изменения климата в природно-климатических зонах пахотных земель;
- геометрии и современных эколого-мелиоративных условий орошаемого поля;
- прогрессивных технологий и технических средств орошения.

Существенным вкладом в повышение степени механизации и автоматизации технологий выращивания сельскохозяйственной продукции является совершенствование существующих круговых систем орошения, которые (рисунок 1) [3]:

- обеспечивают равномерный и точный полив без завышения норм расхода воды;
- уменьшают количество потерь воды вследствие ее испарения;
- по результатам исследований позволяют практически во всех случаях с помощью систем с механическим приводом получить более высокие урожаи.



а – в Египте; *б* – в Австралии

Рисунок 1 – Применение систем кругового орошения земли

Применение данной технологии также получило широкое распространение в странах Ближнего и Среднего Востока, Северной Америке, Азии и Западной Европе и, как правило, обусловлено главными преимуществами такого рода систем орошения, а именно: рациональным использованием воды для полива, конструктивной простотой и, как следствие, высокой степенью механизации и автоматизации процесса.

Вместе с тем существенным недостатком таких систем является нерациональное использование пригодных к освоению земель. Предварительные расчеты показывают, что конструктивные особенности технологии кругового орошения пахотных земель не позволяют полностью охватить поливом около 27 % сельскохозяйственных угодий. Для устранения этой проблемы предлагается использовать кинематический механизм, который бы обеспечивал движение крайней от центра точки системы орошения по циклоидальной траектории [4].

С целью исследования возможности использования в качестве способа орошения пахотных земель движения крайнего положения рукава полива в виде гипоциклоидальной траектории были проведены теоретические исследования. В них в качестве направляющей использована укороченная гипоциклоида, которая образуется специальным рабочим органом вращательным движением кулисы вокруг центра O , приводящим к поступательному движению штока, который движется вдоль кулисы. При этом шток закреплен фиксатором на радиусе окружности, катящейся внутри направляющей окружности. Положение фиксатора на радиусе катящейся окружности позволяет изменять коэффициент скольжения λ . Траектория, которую описывает фиксатор на радиусе катящейся окружности, является укороченной гипоциклоидой.

Проанализируем траекторию движения свободного конца штока при вращении кулисы относительно точки O .

Параметрическое уравнение движения будет иметь следующий вид [5]:

$$\begin{cases} x = (R-r)\cos\varphi + \lambda r \cos\left(\frac{R-r}{r}\varphi\right) + L\cos\varphi \\ y = (R-r)\sin\varphi - \lambda r \sin\left(\frac{R-r}{r}\varphi\right) + L\sin\varphi \end{cases}$$

ИЛИ

$$\begin{cases} x = (R-r+L)\cos\varphi + \lambda r \cos\left(\frac{R-r}{r}\varphi\right) \\ y = (R-r+L)\sin\varphi - \lambda r \sin\left(\frac{R-r}{r}\varphi\right) \end{cases} \quad (1)$$

Поскольку $\frac{R}{r} = n$, где n – целое число и $n > 2$, то запишем уравнение (1) в виде:

$$\begin{cases} x = (r(n-1)+L)\cos\varphi + \lambda r \cos((n-1)\varphi) \\ y = (r(n-1)+L)\sin\varphi - \lambda r \sin((n-1)\varphi) \end{cases} \quad (2)$$

Предположим, что система (2) является параметрическим уравнением некой укороченной гипоциклоиды с числом ветвей n , коэффициентом скольжения λ_1 и радиусом катящейся окружности r_1 . Тогда

$$\begin{cases} r(n-1)+L = r_1(n-1) \\ \lambda r = \lambda_1 r_1 \end{cases} \quad (3)$$

Решая систему уравнений (3), получим:

$$\begin{cases} r_1 = r + \frac{L}{n-1} \\ \lambda_1 = \frac{\lambda r}{r + \frac{L}{n-1}} \end{cases} \quad (4)$$

Из кинематической схемы видно, что длина штока L должна удовлетворять следующему условию:

$$L \geq r(1+\lambda). \quad (5)$$

Подставив граничное условие (5) во второе уравнение системы (4), определим коэффициент скольжения λ_1 параметрического уравнения укороченной гипоциклоиды, формируемой концом штока, при минимальной длине штока L :

$$\lambda_1 = \frac{\lambda r}{r + \frac{L}{n-1}} = \frac{\lambda r}{r + \frac{r(1+\lambda)}{n-1}} = \frac{\lambda(n-1)}{n+\lambda}. \quad (6)$$

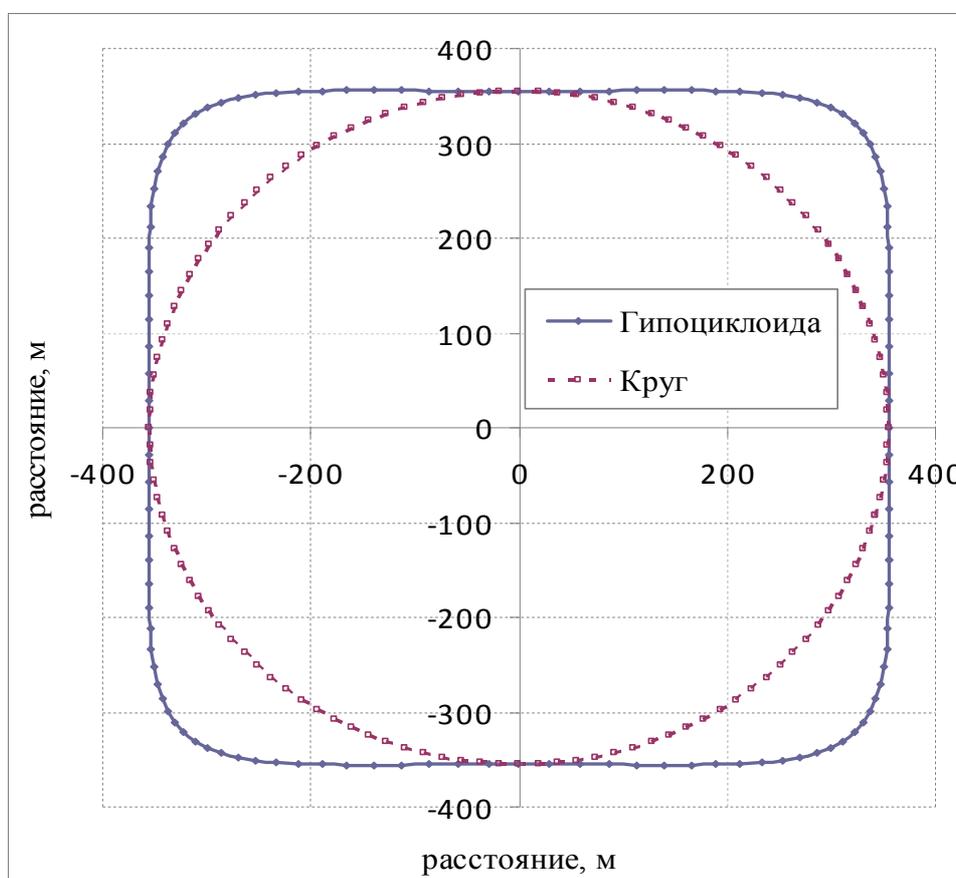
Из уравнения (6) определим положение фиксатора на радиусе катящейся окружности (коэффициент скольжения λ):

$$\lambda = \frac{\lambda_1 n}{n - \lambda_1 - 1}.$$

Ранее выполненными исследованиями определен рациональный диапазон величин коэффициента скольжения λ_1 – от 0,7 до 1,0.

Определим длину штока (рисунок 2) для рационального диапазона величин коэффициента скольжения λ_1 :

- $\lambda_1 = 0,7$: $L = r(1 + \lambda) \cong 2,6r$;
- $\lambda_1 = 1,0$: $L = r(1 + \lambda) = 4,0r$.



**Рисунок 2 – Предлагаемая траектория движения
концевой точки системы кругового орошения**

Для выяснения потенциальных возможностей данной технологии орошения были выполнены теоретические исследования численным методом, в ходе которых определялись геометрические параметры гипоциклоиды, в наибольшей степени удовлетворяющие решению поставленной задачи.

Анализ полученных результатов позволил определить характер и геометрические параметры перспективной траектории. В качестве траектории движения концевой точки системы кругового орошения предлагается использовать укороченную гипоциклоиду. Отношение радиуса направляющей окружности к радиусу образующей окружности равно 4. Коэффициент скольжения равен 0,37.

Радиус направляющей окружности равен:

$$R_{н.ок} = 0,76 \cdot a,$$

где a – длина стороны квадрата, в который необходимо вписать траекторию движения системы кругового орошения.

Расчеты показывают, что при обеспечении такой траектории движения концевой точки оросительной системы прирост дополнительно орошаемой площади по сравнению с традиционной круговой траекторией составит порядка 24,1 %. Таким образом, площадь использования земельных угодий, орошаемых с помощью предлагаемой технологии, достигнет 97 % от максимально возможной.

Выводы:

- с целью рационального использования земель сельскохозяйственного назначения предлагается в системах кругового орошения использовать механизм, обеспечивающий гипоциклоидальную траекторию движения концевой точки системы кругового орошения;

- в качестве траектории движения концевой точки системы кругового орошения предлагается использовать укороченную гипоциклоиду со следующими геометрическими параметрами: отношение радиуса направляющей окружности к радиусу образующей окружности равно 4; коэффициент скольжения равен 0,37; радиус направляющей окружности равен $0,76 \cdot a$, где a – длина стороны квадрата, в который необходимо вписать траекторию движения системы кругового орошения;

- использование предлагаемого механизма позволит получить коэффициент использования земельных угодий, равный 0,97.

Список использованных источников

1 Программа развития орошаемого земледелия в Казахстане / М. Т. Абдраимов, А. К. Заурбек, С. Р. Ибатуллин, С. Д. Магай, М. М. Мусекенов, В. Н. Мухамеджанов, А. Д. Рябцев; под ред. А. К. Евниева; Министерство сельского хозяйства Республики Казах-

стан, Юго-Западный науч.-произв. центр сельского хозяйства, Науч.-исслед. ин-т водного хозяйства. – Тараз, 2006. – 36 с.

2 Черемисинов, А. Ю. Сельскохозяйственные мелиорации: учеб. пособие / А. Ю. Черемисинов, С. П. Бурлакин. – Воронеж: ВГАУ, 2004. – 247 с.

3 Ерхов, Н. С. Мелиорация земель / Н. С. Ерхов, Н. И. Ильин, В. С. Мисенев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 319 с.

4 Грузин, В. В. Обоснование параметров универсального раскатывающего рабочего органа / В. В. Грузин, А. В. Грузин // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. с элементами науч. школы для молодых ученых. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – С. 572–573.

5 Бронштейн, И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – 13-е изд., испр. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 544 с.

УДК 636:631.879.32:628.387.3

А. О. Матвиенко, Ю. Е. Домашенко, С. М. Васильев

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

ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОКОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОРОШЕНИЯ

В статье описаны различные технологии очистки животноводческих стоков для целей орошения, основывающиеся на применении различных способов и методов очистки загрязненных вод: механических, биологических, химических, физико-химических, термических, физических. Ввиду необходимости обеспечения экологической безопасности рекомендуется применять реагентный способ, позволяющий сохранять важные биогенные вещества.

Ключевые слова: животноводческие стоки, орошение, свиноводческие комплексы, жидкие отходы животноводства, способы обработки сточных вод, реагентный способ очистки.

На сегодняшний день актуальна проблема накопления на территории животноводческих комплексов и ферм многотоннажных отходов – свиноводческих стоков, которые обладают высоким агромелиоративным потенциалом. В состав стоков входят такие биогенные эле-

менты, важные для роста и развития сельхозкультур, как азот, фосфор, калий и гуминовые соединения [1].

Целью работы является анализ технологий подготовки животноводческих вод для целей орошения, основывающихся на различных способах и методах очистки загрязненных вод.

Животноводческие жидкие отходы, относящиеся к третьему классу опасности [2], представляют серьезную проблему из-за отсутствия необходимой надежной технологии их использования и сброса на рельеф местности. При анализе существующих способов, методов и схем очистки ЖС, обладающих высокой агроулучшающей ценностью, особое внимание необходимо уделять технологиям, в которых данные продукты ЖС рассматриваются для целей орошения [3].

Для очистки, обработки и обеззараживания продуктов ЖС для последующего сельскохозяйственного использования применяют основные способы обработки: механические, биологические, химические, физико-химические, термические и физические.

Механический способ подготовки жидких отходов животноводческих хозяйств реализуется путем естественного отстаивания, осуществления процессов дренирования и фильтрования за счет центробежных сил, вибрации, сил тяжести. Основными недостатками при естественном фракционировании продуктов ЖС с помощью отстаивников различных конструкций являются низкие производительность и эффективность процесса разделения, высокая влажность получаемого осадка, высокая загрязненность болезнетворными микроорганизмами. Механическая обработка продуктов ЖС осуществляется с помощью большого количества устройств. Получаемая твердая фракция в результате механической обработки имеет высокую влажность порядка 70–80 %, для ее обезвоживания используют различные модификации пресс-фильтров и сепараторов [4, 5].

Биологические методы очистки и обеззараживания продуктов ЖС обеспечивают перевод вредных веществ в нерастворимую и газообразную форму. Условия эффективного применения биологических способов основаны на биохимической деструкции и минерализации органических веществ микроорганизмами, что способствует разрушению биогенных элементов [6].

Все большее применение находит способ обработки продуктов ЖС в метантенках (емкостях для анаэробного сбраживания) при тем-

пературе 35–55 °С и продолжительности от 10–30 суток [7]. В результате анаэробного брожения выделяется горючий газ и получается качественное органическое удобрение без потерь азота, фосфора и калия.

Распространенными способами обработки твердой фракции жидких отходов животноводческих хозяйств перед использованием являются гомогенизация и компостирование [6].

Навозохранилища-гомогенизаторы являются дорогостоящими, громоздкими, энергоемкими сооружениями. При длительном хранении и перемешивании потери азота составляют до 50 %, сухого вещества – до 14 %. Кроме того, данный способ не обеспечивает полной дегельминтизации и способствует загрязнению окружающей среды.

В последние 5–10 лет на некоторых свиноводческих комплексах применяют биотехнологический процесс выращивания червей, создания из отходов животноводческих хозяйств вермикомпоста. Твердая фаза продуктов ЖС служит субстратом и источником питательных веществ для выращивания червей с последующим использованием их в виде природного белка в различных отраслях, в первую очередь в прудовом рыболовстве. За один цикл длительностью в 2 месяца популяция из 30–50 тыс. особей красного калифорнийского червя перерабатывает на каждом 1 м² культиватора до 300 кг подстилочного навоза, превращая его в гумусовое удобрение [7]. Широкого распространения этот метод не получил, так как применяемый навоз для культивирования личинок необходимо выдержать в течение определенного времени, иначе возможна гибель особей вследствие повышения температуры и выделения газов.

Также широкое распространение получил электрохимический способ очистки продуктов ЖС. В процессе электрофлотокоагуляционной очистки продуктов ЖС наблюдаются снижение концентрации взвешенных веществ на 90 %, ХПК и БПК₅ – на 60–80 % и повышение прозрачности очищенной жидкости до 20–25 см. Безреагентная технология подготовки жидкого навоза для сельскохозяйственного использования на электрофлотокоагуляционных установках рекомендуется для внедрения на животноводческих фермах с содержанием до 2000 свиней. Это значительно сокращает область применения данного способа, имеющего высокую энергоемкость процесса [8].

В результате реагентного фракционирования продуктов ЖС происходит перевод некоторых биогенных элементов и органической

части жидких отходов в осадок. Важно отметить, что органическая часть отходов не окисляется, как это происходит при биологическом методе очистки, а перераспределяется между жидкой фазой и осадком, а потому ее можно полностью использовать в качестве удобрения на сельскохозяйственных полях. Консистенция рыхлого осадка позволяет подавать его (после дегельминтизации) насосами на оросительные системы продуктов ЖС [9].

На основании анализа различных технологий очистки можно сделать вывод, что в качестве основного способа следует применять реагентный, так как он позволяет сохранить важные биогенные элементы и не наносит вред окружающей среде.

Список использованных источников

1 Домашенко, Ю. Е. Снижение негативного воздействия продуктов гидросмыва свиноводческих хозяйств на природные экосистемы / Ю. Е. Домашенко // Экология и промышленность России. – 2009. – № 10. – С. 44–45.

2 О федеральном классификационном каталоге отходов: Приказ Гос. комитета РФ по охране окружающей среды от 27 ноября 1997 г. № 527 // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

3 Яковлев, С. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учеб. для вузов / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. – М.: АСВ, 2002. – 704 с.

4 Гринин, А. С. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация и переработка / А. С. Гринин, В. Н. Новиков. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.

5 Механизация уборки и утилизации навоза / В. М. Новиков, В. В. Игнатова, Ф. Ф. Костанди [и др.]; под ред. Ф. Ф. Костанди. – М.: Колос, 1982. – 65 с.

6 Вайн, Л. Электрофлотация сточной массы на ферме / Л. Вайн, З. Бахчиванжи // Сельское хозяйство Молдавии. – 1974. – № 8. – С. 47–48.

7 Голодний, М. Технологические аспекты переработки свиного навоза в вермикомпост / М. Голодний, А. Сердюк, А. Быкин // Химия в сельском хозяйстве. – 1995. – № 1. – С. 15–18.

8 Гостищев, Д. П. Техника и технология орошения сточными водами с учетом охраны окружающей среды: автореф. дис. ... д-ра

техн. наук: 06.01.02 / Гостищев Дмитрий Петрович. – Новочеркасск, 1994. – 64 с.

9 Домашенко, Ю. Е. Ресурсно-экологические аспекты снижения воздействия на природную среду животноводческих отходов / Ю. Е. Домашенко, О. А. Суржко // Окружающая среда и здоровье: сб. статей IV Всерос. науч.-практ. конф. – Пенза, 2007. – С. 74–76.

УДК 626.8:532.5.001.57:681.3.06

Т. С. Пономаренко

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

ЦИФРОВОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СРЕДЕ MIKE

В статье рассмотрены основные задачи одномерного, двумерного и комплексного моделирования, решаемые в программном комплексе MIKE. Применение подобных компьютерных систем рекомендовано автором для создания эффективных систем учета, проектирования, эксплуатации и модернизации мелиоративных систем. Это позволит обеспечить рациональное использование водных ресурсов в мелиоративном комплексе и безопасность ГТС и территорий, на которых может возникнуть потенциальная угроза затопления.

Ключевые слова: программный комплекс MIKE, одномерное моделирование, двумерное моделирование, комплексное моделирование, модель, гидродинамический процесс.

В настоящее время возрастает потребность в решении многочисленных задач, связанных с повышением эффективности оперативного и прогнозного управления водными ресурсами, что обуславливает необходимость применения средств компьютерного цифрового моделирования гидродинамических процессов. Одним из основных программных продуктов в данной области является MIKE, который позволяет выполнять задачи одномерного, двумерного и комплексного моделирования [1–3].

Одномерная задача решается в том случае, если процесс распространения воды после прорыва или перелива через напорный фронт не требует детальной проработки. В среде MIKE эта задача решается в модуле MIKE 11. Предпочтительная цель одномерного моделирования – это определение параметров водотока в русле, локализации потенциально возможных мест перелива через напорный фронт водоподпорных ГТС, отметок и возможных геометрических параметров

возможных проранов. Одномерная схема предполагает усреднение расходов и скоростей по площади поперечного сечения. Необходимым условием для одномерного моделирования является предварительное задание пути следования воды (или потенциально возможного направления движения потоков).

Решение двумерной задачи при одномерном моделировании также является потенциально возможным, однако это трудоемкий процесс и есть риск получения не вполне достоверных данных моделирования в случае допущения ошибки. Дело в том, что при решении одномерной задачи трудно спрогнозировать трассы течений воды по поймам и прилегающим участкам. В том случае, если заранее неизвестно или трудно предсказуемо направление будущих потоков, потребуется создание так называемой квазидвумерной модели. В данной модели русловая и пойменная части (и потенциально затапливаемая) описываются отдельными модельными участками со своими поперечными сечениями и характеристиками, а их гидравлическая связь осуществляется посредством специальных соединительных каналов, обеспечивающих возможность перетекания воды из русла на пойму и обратно (рисунок 1).

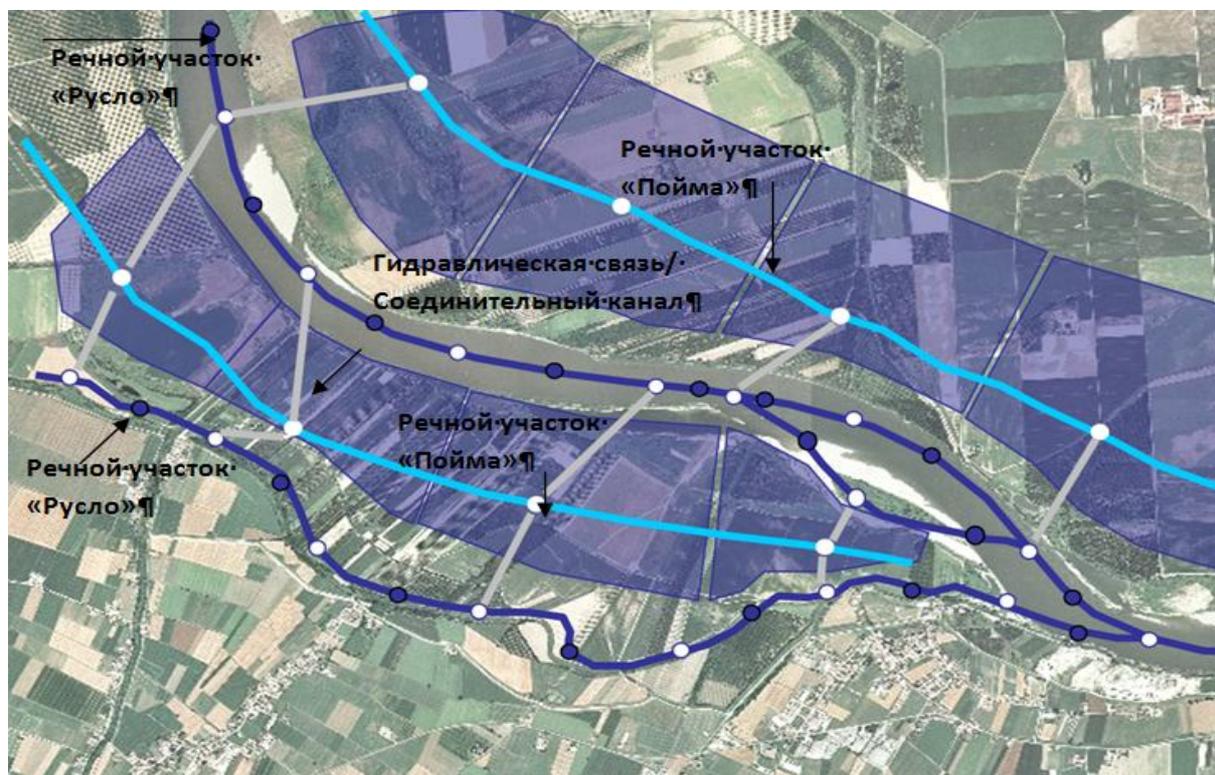


Рисунок 1 – Общее представление гидродинамической модели в квазидвумерной схематизации

К положительным моментам можно отнести высокую точность вычислений в руслах и возможность описывать различные ГТС, но при этом нет возможности учесть двумерные эффекты и достаточно трудоемко происходит процесс создания модели, так как увеличивается количество участков и соединительных каналов.

Результатом расчета при решении одномерной задачи являются значения переменных во времени характеристик потока, таких как расходы, уровни и глубины воды, средние по сечению скорости, кривые свободной поверхности, с учетом всех описанных сооружений и особенностей речных или канальных систем. Полученные данные позволяют выявить места перетекания паводковых вод через бровки русла канала или гребень дамб обвалований. Пример графического отображения мест перетекания по трассе канала приведен на рисунке 2.

Если в ходе работ по решению одномерной задачи выявляются значительные (возможно, даже превосходящие на порядок ширину русла реки) размеры затапливаемых пойм и прилегающих территорий, то в такой ситуации корректное описание водообмена между руслом и поймой приобретает решающее значение для определения максимальных уровней воды и границ затопления территорий.

Двумерное моделирование решает задачу отображения плановых течений в так называемой двумерной схематизации. В среде МІКЕ эта задача решается в модуле МІКЕ 21. При моделировании паводков и определении зон затопления не требуется задавать потенциальные трассы протекания воды, программа определит их автоматически, основываясь на данных о рельефе.

Технически модель описывает рельеф в виде сетки (ЦМР) с единым по всей моделируемой площади размером ячейки (рисунок 3). Размер ячейки должен быть определен заранее и напрямую зависит от качества исходной информации (детальности имеющихся карт рельефа). На эту модельную сетку поступают расчетные гидрографы приточности (полученные из внешних источников или определенные заранее в модели формирования стока с водосборов). Далее эти расходы трансформируются, растекаясь по расчетной сетке, с учетом шероховатости территории и имеющихся инфраструктурных объектов (насыпей, дорог и т. д.), пересекающих или препятствующих протеканию вод.

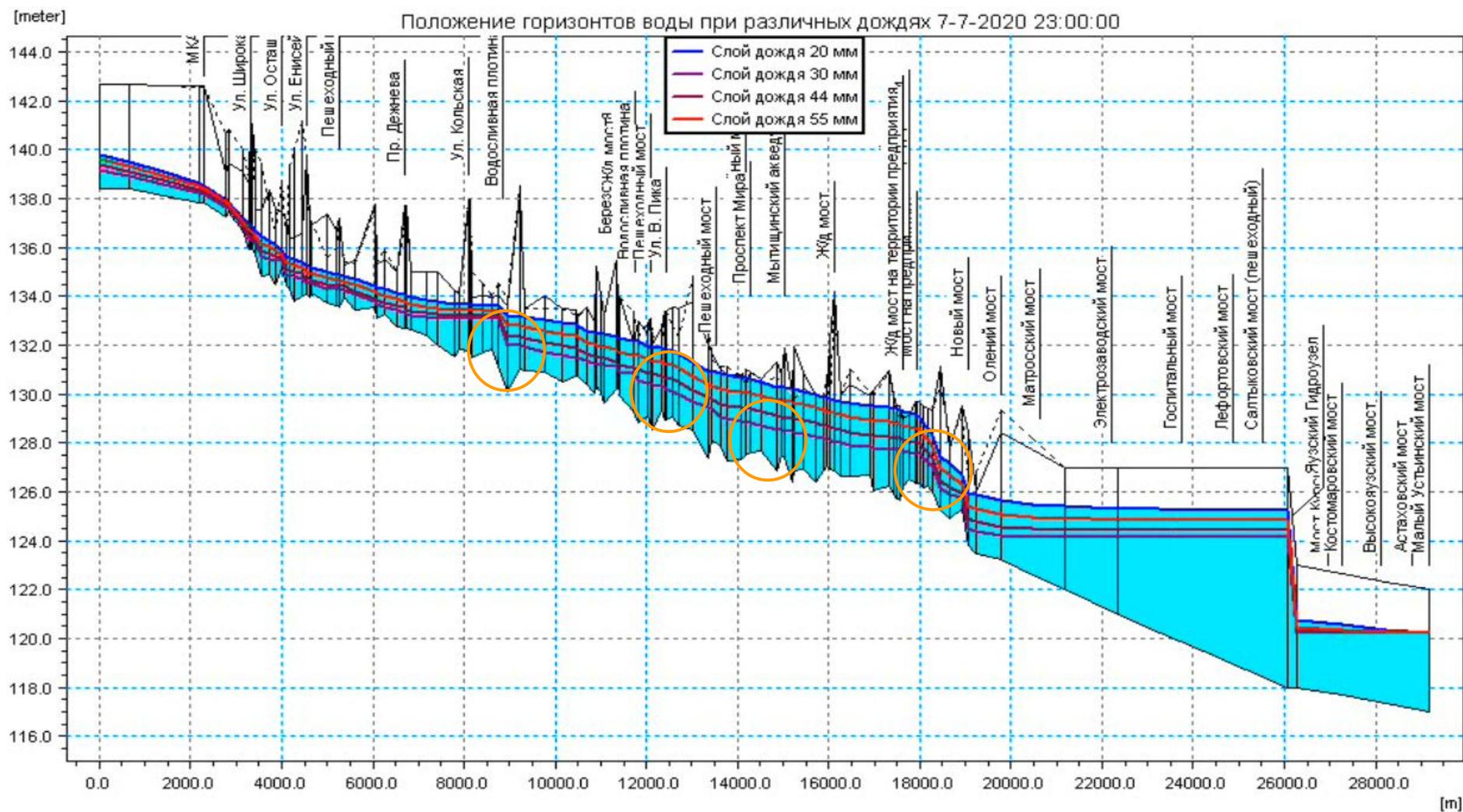


Рисунок 2 – Продольный профиль с определением вероятных мест перетекания воды через бровки канала

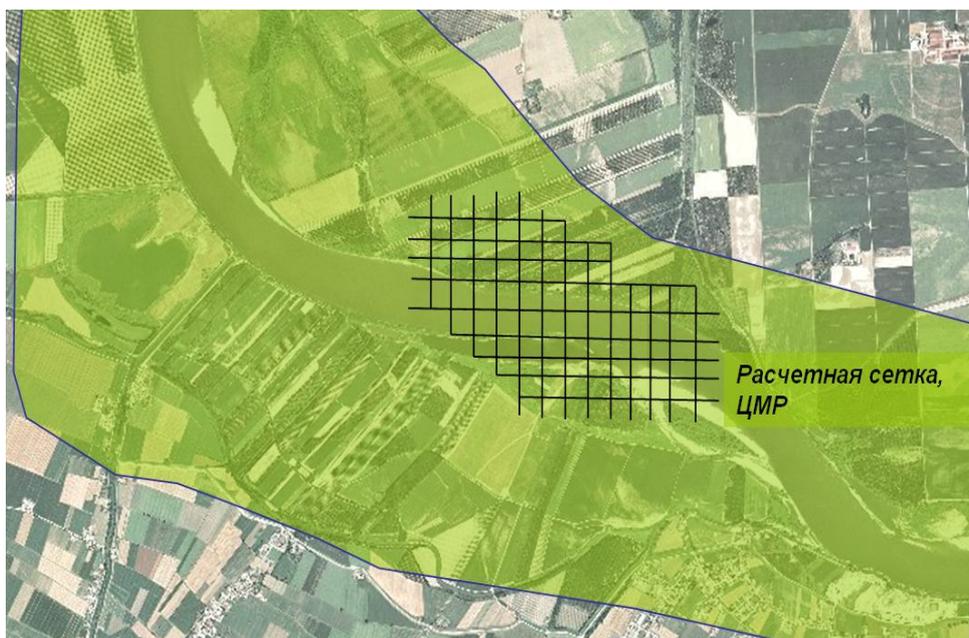


Рисунок 3 – Общая схема модели в системе MIKE 21

При таком двумерном подходе к моделированию зон затоплений результаты моделирования получаются более точными и с лучшим разрешением (по сравнению с одномерной моделью) (рисунок 4).

Следует отметить, что у двумерного моделирования речных затоплений есть две основные сложности. Во-первых, требуется значительно больше усилий и исходной информации, чтобы описать речные (канальные) русла в виде сетки. Во-вторых, на базе типовой сетки сложно описать различные водопропускные сооружения (например, мосты, трубчатые переходы в дорожных насыпях и т. д.).

Задача двумерного моделирования выполняется при необходимости оценки последствий гидродинамической аварии. При необходимости оценки площадей и границ затопления, времени добегания волны, продолжительности половодья (паводка) задача двумерного моделирования может решаться при известных параметрах выхода вод (локации точек выхода, геометрических параметров и параметров разлива).

Комплексное моделирование является наиболее трудоемким, но в то же самое время наиболее точным и информативным методом моделирования.

В системе MIKE для проектов моделирования затопления пойменных территорий при паводках или гидродинамических авариях применяется программный модуль MIKE FLOOD. Программа позволяет объединить гидравлические и информационные преимущества отдельных моделей – одномерной MIKE 11 и двумерной MIKE 21,

избежав при этом «паводковых» сложностей и неопределенностей каждой из моделей. Основным назначением программы являются моделирование паводков различной обеспеченности и определение соответствующих границ затопления, а также глубин, скоростей течения и продолжительности времени затопления.

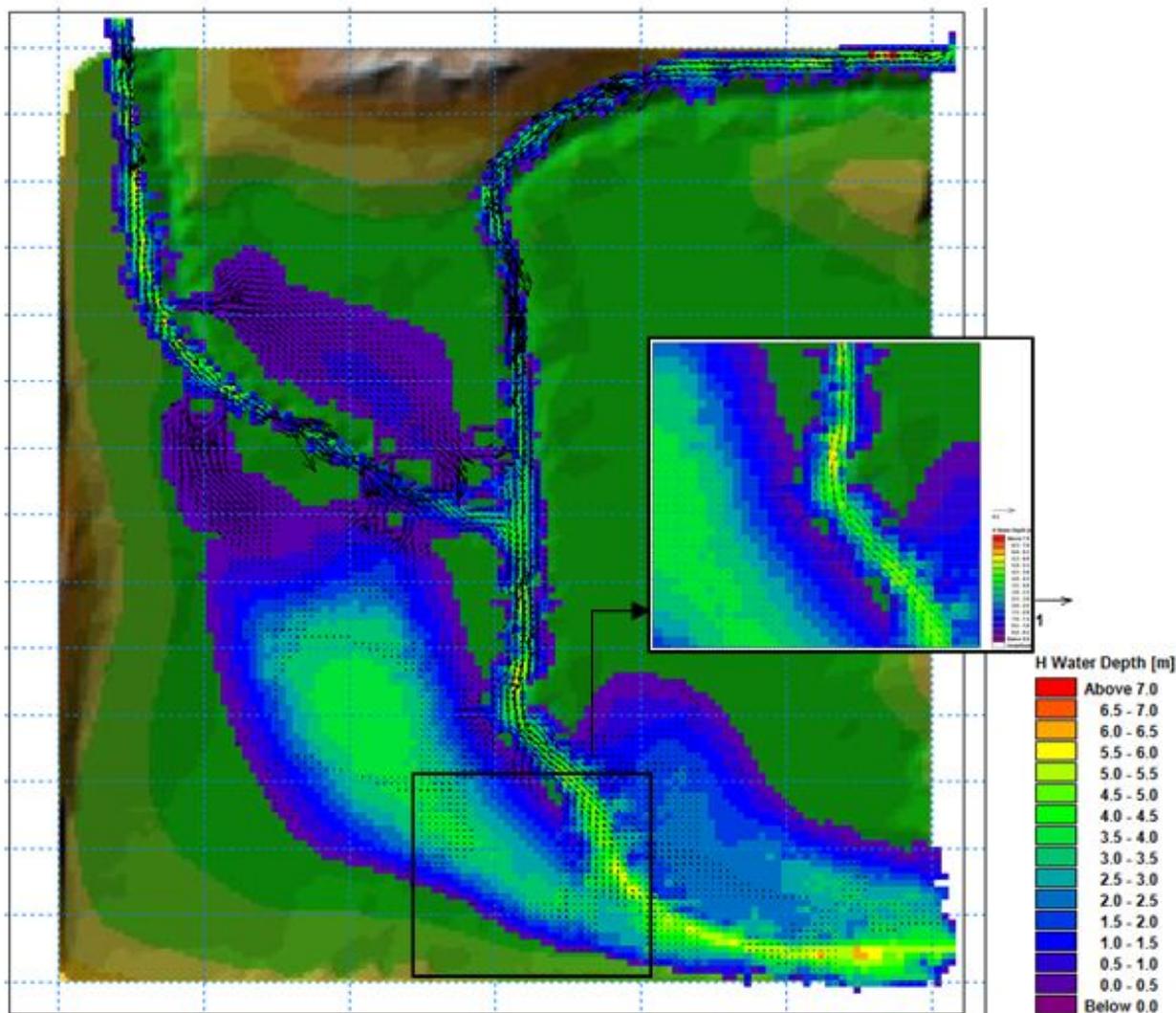


Рисунок 4 – Карта максимальных глубин и направлений течения

Основной принцип решения задачи комплексного моделирования заключается в том, что русловые, каналные части водной системы и все водопропускные сооружения, работающие по своей кривой пропускной способности, описываются в одномерной схеме, а пойменные территории с учетом особенностей местности и возможных инфраструктурных объектов, препятствующих свободному протеканию вод по пойме, задаются в двумерной плановой схематизации. Гидравлическое объединение этих отдельных моделей происходит посредством специальных вдольбереговых связей-соединений (рисунок 5).



Рисунок 5 – Общая схема составления комбинированной модели

Эти связи прокладываются вдоль бровок канала или реки автоматически. Такая гидравлическая связка позволяет воде перетекать из русла на пойму и затем при возникающих подходящих условиях стекать обратно. Фактически эти связи представляют собой водослив с возможностью работы в неподтопленном и подтопленном режимах. Одномерная и двумерная модели могут быть соединены между собой через отдельные расчетные точки или же непрерывно вдоль береговой линии.

Комплексная задача решается при необходимости детального анализа работы ГТС на заданном водосборе в условиях прохождения паводка (половодья), оценки рисков возникновения и последствий гидродинамических аварий, определения границ затопления прилегающих территорий и продолжительности паводка (половодья).

Применение таких компьютерных систем позволит создать эффективные системы учета, проектирования, эксплуатации и модернизации мелиоративных систем, что, в свою очередь, позволит обеспечить эффективное рациональное использование водных ресурсов в мелиоративном комплексе и безопасность ГТС и территорий, потенциально подверженных затоплениям.

Список использованных источников

1 MIKE 11: A Modelling System for Rivers and Channels: Reference Manual / DHI. – 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http:mikebydhi.com>, 2014.

2 MIKE 21 FLOW MODEL. Hydrodynamic Module: User Guide / DHI. – 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http:mikebydhi.com>, 2014.

3 MIKE_FLOOD. 1D-2D Modelling: User Manual / DHI. – 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http:mikebydhi.com>, 2014.

УДК 631.559:633.18.03

В. А. Турченко, А. Н. Рокочинский

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Ровно, Украина

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ ИХ ПРИРОДНО-МЕЛИОРАТИВНОГО РЕЖИМА

Обоснована необходимость и приведены основные пути повышения эффективности функционирования рисовых оросительных систем на основе оптимизации их природно-мелиоративного режима с учетом современных экономических и экологических требований. Отмечено, что из рассмотренных показателей природно-мелиоративного режима три показателя, характеризующие водный режим почв, – влажность почвы, глубина залегания грунтовых вод и величина влагообмена – играют ведущую роль и в значительной степени определяют интенсивность биологического и геологического круговоротов на мелиорированных территориях. Предлагается оптимизацию природно-мелиоративных режимов рисовых оросительных систем свести к оптимизации интенсивности фильтрации при поверхностном поливе ведущей культуры риса и сопутствующих культур рисового севооборота за счет определенного соотношения между подачей и отводом воды при соответствующем режиме орошения.

Ключевые слова: эффективность функционирования оросительных систем, рисовая оросительная система, оптимизация, природно-мелиоративный режим.

Восстановление потенциала орошаемого земледелия определяет необходимость поиска методов обоснования эколого-экономической целесообразности реализации мелиоративных мероприятий в виде определенных технических и режимно-технологических решений по регулированию водно-воздушного, солевого и других режимов, отвечающих требованиям современного этапа развития орошения в целом и рисосеяния в частности.

Современное состояние и перспективы развития оросительных мелиораций в зоне рисосеяния Украины убедительно свидетельствуют о том, что общая, чрезвычайно сложная и многогранная, междисциплинарная проблема экологизации мелиоративного производства прежде всего тесно связана с проблемой регулирования природно-

мелиоративного режима, поскольку именно он в конечном итоге определяет общий эколого-экономический эффект от реализации гидромелиоративных мероприятий.

Как показывают практика и накопленный опыт, решение такой чрезвычайно сложной проблемы для функционирующих рисовых оросительных систем (РОС) как сложных природно-технических объектов требует применения соответствующих комплексных и системных подходов к ее решению, прежде всего на основе оптимизации природно-мелиоративного режима засоленных орошаемых земель.

Согласно И. П. Айдарову, А. И. Голованову, Ю. Н. Никольскому (1990), А. Н. Рокочинскому (1996) [1, 2], природно-мелиоративный режим (ПМР) – это совокупность водного, воздушного, теплового, питательного, окислительно-восстановительного и других почвенных режимов, которые регулируются с помощью гидромелиоративных, агротехнических и организационных мероприятий на фоне природных факторов в условиях оросительной, в том числе рисовой, системы.

Главной задачей поддержания благоприятного ПМР является согласование потребностей расширенного воспроизводства плодородия почвы и охраны природы в условиях интенсивного земледелия, обеспечивающее получение заданных урожаев сельскохозяйственных культур с соблюдением экологических требований.

Для достижения этой цели необходимо оценивать работу РОС по совокупности показателей, которые можно выразить в виде требований к факторам почвообразования и развития растений.

На мелиоративное состояние почв рисовой системы влияет целый ряд природных и ирригационно-хозяйственных факторов:

- климатические условия, в первую очередь динамика температуры и дефицит влажности воздуха, годовое распределение и годовая сумма атмосферных осадков, испарение и испаряемость;
- инфильтрация атмосферных осадков и поливных вод в почвы оросительного массива;
- гидрологические условия;
- геоморфологические, топографические и почвенные условия;
- геологическое строение, в первую очередь глубина залегания водоупора;
- естественная дренированность земель;
- водный и солевой балансы почв и грунтовых вод;

- глубина залегания, режим уровня, минерализация и химический состав грунтовых вод;
- коэффициент полезного действия рисовой оросительной системы;
- состав севооборота, доля риса в севообороте;
- режим орошения, техника полива сельскохозяйственных культур;
- тип и конструкция дренажа;
- минерализация и химический состав оросительной воды.

Однако нецелесообразно проводить оценку мелиоративного состояния рисовой системы на основе всей возможной совокупности показателей, отражающих сложный характер условий ее функционирования под влиянием целого спектра природных и антропогенных факторов. Поэтому возникает вопрос выбора и обоснования основных критериев оценки мелиоративного состояния РОС, которые могут быть определены в производственных условиях с необходимой точностью и наиболее точно отражают чрезвычайно сложный характер процессов и явлений, происходящих на рисовой системе [2].

Для определения показателей, характеризующих природно-мелиоративный режим, авторами рекомендуется рассматривать общие критерии, необходимые для обоснования и выбора таких систем земледелия и мелиорации, которые соответствуют общей задаче – усилению биологического и замедлению геологического круговорота воды и химических веществ.

Такие критерии могут быть сформированы следующим образом [1]:

- максимальная производительность выращиваемых культур ($Y \rightarrow \max$) при минимальных затратах водных ресурсов и питательных веществ на единицу веса продукции. Для этого необходимо интенсифицировать использование солнечной энергии, что достигается регулированием основных факторов жизнедеятельности растений, в том числе водно-воздушного режима почв;

- восстановление плодородия почв с помощью приемов земледелия и мелиорации с целью повышения энергии почвообразования ($Q \rightarrow \max$) и обеспечение положительного баланса органических и минеральных питательных веществ;

- охрана природной среды. В целом для реализации мероприятий, направленных на охрану природы, необходимо определить до-

пустимые границы изменения ее состояния (допустимые нормы и интенсивность забора воды из водотоков и сброса в них воды), уровня грунтовых вод (УГВ) (на системе и прилегающих территориях) и выбрать необходимый комплекс инженерных, сельскохозяйственных и других мер защиты в составе проекта мелиорации земель.

На основании изложенного предложены следующие показатели ПМР, которые необходимо использовать при обосновании мелиораций в различных природных зонах [1]:

- допустимые границы регулирования влажности корнеобитаемого слоя почвы;
- допустимая глубина УГВ, которая меняется в течение года, и границы ее кратковременных подъемов, вызванные проведением увлажнительных мероприятий или интенсивными осадками;
- направленность влагообмена между корнеобитаемым слоем почвы и грунтовыми водами и его интенсивность;
- допустимое содержание токсичных солей в почве, катионов натрия и магния в почвенном поглощающем комплексе и рН почвенного раствора;
- предельные значения общей минерализации поливной воды, соотношение в ней катионов Na, Ca и Mg, реакции почвы рН;
- комплекс агрохимических показателей плодородия почв и направленный характер их изменения.

Таким образом, из рассмотренных показателей ПМР три показателя, характеризующие водный режим почв как определяющую составляющую общего ПМР, – влажность почвы W , глубина УГВ и величина влагообмена g – играют ведущую роль и в значительной степени предопределяют интенсивность биологического и геологического круговоротов на мелиорированных территориях.

При этом стремление к повышению урожайности выращиваемых культур и одновременно необходимость повышения плодородия почв и охраны природы вызывают противоречивые потребности в регулировании таких показателей водного режима, как влажность почвы (\bar{W}) и УГВ (\bar{H}), представленные в относительном виде на рисунке 1.

По аналогии с предыдущими разработками А. Н. Рокочинского (1996, 2010) [2, 3] возможное решение проблемы оптимизации природно-мелиоративных режимов орошаемых засоленных земель рисовых систем на долгосрочной основе может быть представлено струк-

турно в виде нахождения рациональных (экологически приемлемых) решений по комплексным моделям оптимизации через совокупность разнородных (физических) критериев, определенных с учетом климатологической стратегии управления объектом, что предопределяет необходимость усовершенствования технологии водорегулирования, а также нормирования водо- и энергопользования РОС.

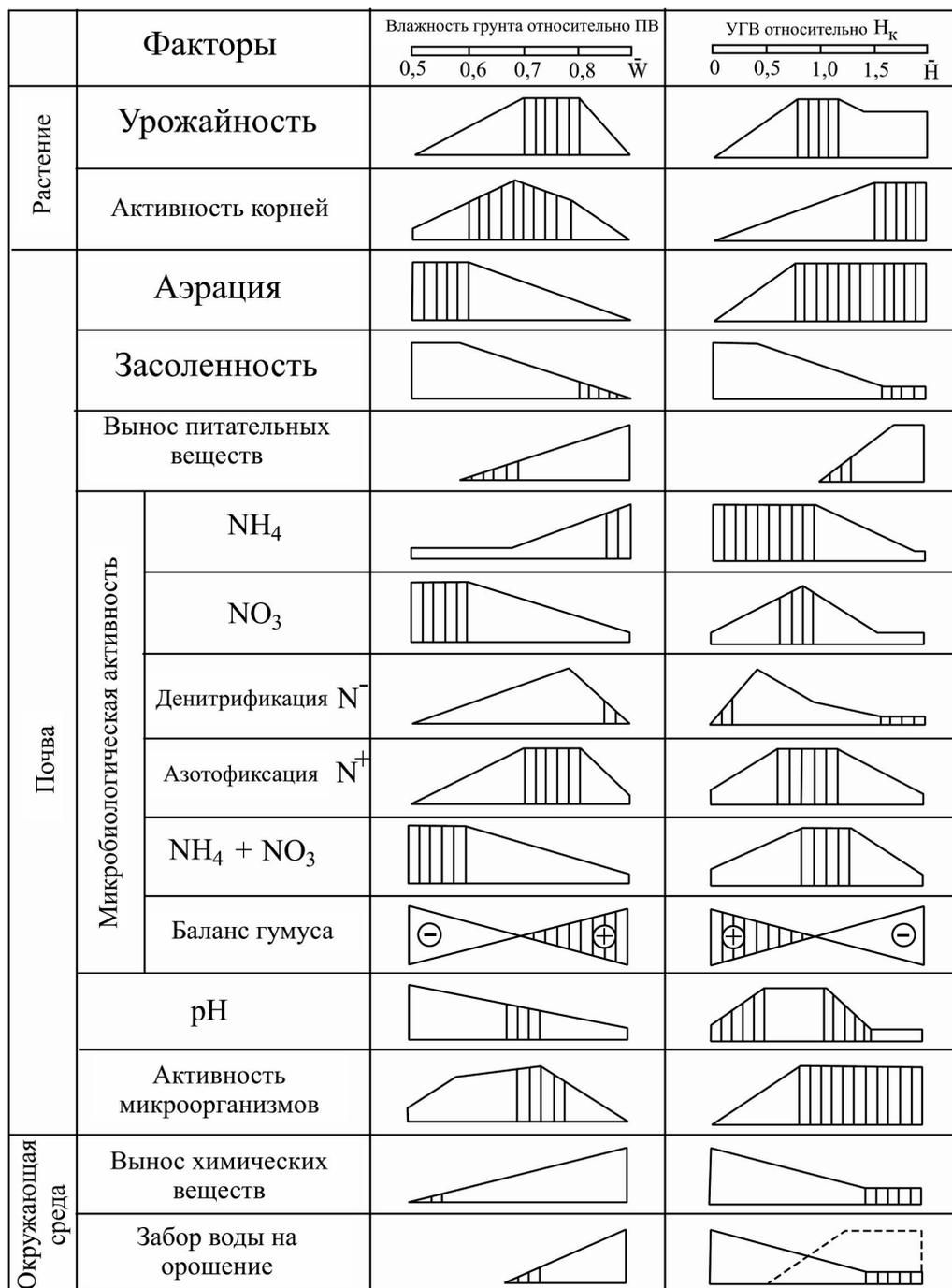


Рисунок 1 – Сопоставление потребностей растений, почв и охраны природы в регулировании водного режима мелиорированных земель [1]

Таким образом, оптимизация природно-мелиоративных режимов рисовых оросительных систем, исходя из необходимости обеспечения промывного водного режима на орошаемых засоленных землях как основного фактора обеспечения их благоприятного агро-мелиоративного состояния, а также повышения общей технической, технологической, экономической и экологической эффективности системы, может быть сведена к оптимизации интенсивности фильтрации при поверхностном поливе ведущей культуры риса и сопутствующих культур рисового севооборота за счет определенного соотношения между подачей и отводом воды при соответствующем режиме орошения.

Список использованных источников

1 Айдаров, И. П. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель: рекомендации / И. П. Айдаров, А. И. Голованов, Ю. Н. Никольский. – М.: Агрометеоиздат, 1990. – 60 с.

2 Рокочинский, А. Н. Методы оценки, прогноза и оптимизации управления водным режимом осушаемых земель / А. Н. Рокочинский // Экологические проблемы при водных мелиорациях. – Киев, 1996. – С. 67–76.

3 Рокочинський, А. М. Наукові та практичні аспекти оптимізації водорегулювання осушуваних земель на еколого-економічних засадах: монографія / А. М. Рокочинський; за ред. М. І. Ромащенко. – Рівне: НУВГП, 2010. – 351 с.

УДК 628.161:627.221.2(282.247.36)

**Е. Д. Хецуриани, А. Н. Богачёв, А. С. Териков, И. А. Лапина,
В. Э. Завалюев, Т. Е. Хецуриани**

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
им. М. И. Платова, Новочеркасск, Российская Федерация

ПОДБОР ЭФФЕКТИВНЫХ КОАГУЛЯНТОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ «ЦВЕТУЩЕЙ» ДОНСКОЙ ВОДЫ

В работе представлены результаты экспериментальных исследований по подбору эффективных коагулянтов для очистки речной воды. Исследования проводились с «цветущей» водой реки Дон на экспериментальной установке. Были использованы коагулянты с различным химическим составом: Унико-ОХА-10, СКИФ-180, алюминия сульфат, алюминия хлоргидрат (чистый), Унико-СА, Аква-Аурат-102, Аква-Аурат-110, Аква-Аурат-105, Аква-Аурат-190, оксихлорид алюминия н. в. с., полиоксихлорид алюми-

ния (порошкообразный), КМП-40, КМП-30, КМП-20, КМП-10, Фенофикс, FL454ORWG. Коагулянты добавлялись соответственно различным дозам реагента (20, 30, 40, 60, 80 мг/л), после чего определялись показатели мутности и цветности воды. Сравнение результатов эксперимента с разными коагулянтами показало, что наибольшей способностью к снижению мутности и цветности очищаемой воды обладает Аква-Аурат-110. При его использовании произошло понижение мутности до 90 % (при добавлении 10–60 мг/л разбавленного коагулянта), уменьшение цветности до 85 % (при добавлении 10, 20, 40 мг/л разбавленного коагулянта). Применение предлагаемой технологической схемы с использованием высокоэффективных коагулянтов позволит исключить необходимость первичного обеззараживания воды хлором или же снизить его расход до минимума, придать режиму водозабора стабильность и значительно сократить стоимость очистки воды во время «цветения» водоемов.

Ключевые слова: очистка речной воды, «цветущая» вода, сине-зеленые водоросли, коагулянт, мутность и цветность воды.

На водозаборных сооружениях Ростовской области существует ряд трудностей, связанных с эксплуатацией. Одна из этих трудностей – обильное «цветение» воды в теплые периоды года, вызванное цианобактериями [1, 2]. Оно влечет за собой не только ухудшение качественных показателей воды, но и возможность засорения водоприемных оголовков насосных станций вплоть до остановки водозаборных сооружений. Поэтому решение проблемы очистки донской воды прямо на водозаборных сооружениях является актуальным.

В связи с этим возникает необходимость в подборе и использовании экономически выгодных и экологически безопасных реагентов. Так, сегодня особое внимание специалистов обращено на возможность применения коагуляционной обработки природных вод.

В настоящее время существует целый ряд методов коагуляционной водообработки. Одним из них является метод контактной коагуляции. Данный метод предусматривает добавление в исследуемую пробу реагентов-коагулянтов, представляющих собой минеральные соли с гидролизующимися катионами, способными образовывать малорастворимые соединения в виде хлопьевидных агрегатов.

Исследования проводились с «цветущей» водой реки Дон (рисунок 1) на экспериментальной установке (рисунок 2). Вода имела следующие характеристики: температура 23 °С; рН = 8,82; М = 5,42 мг/дм³; Ц = 103,63.

В процессе очистки воды были использованы коагулянты с различным химическим составом: Унико-ОХА-10, СКИФ-180, алюминия сульфат, алюминия хлоргидрат (чистый), Унико-СА, Аква-Аурат-102, Аква-Аурат-110, Аква-Аурат-105, Аква-Аурат-190, оксихлорид алюми-

ния н. в. с., полиоксихлорид алюминия (порошкообразный), КМП-40, КМП-30, КМП-20, КМП-10, Фенофикс, FL454ORWG.



Рисунок 1 – «Цветущая» донская вода



Рисунок 2 – Экспериментальная установка

Моделирование схемы очистки велось в стеклянных цилиндрах вместимостью 1 литр по стандартной методике [3, 4] (рисунок 3). Коагулянты добавлялись соответственно дозам реагента (20, 30, 40, 60, 80 мг/л), и определялись показатели мутности и цветности с помощью фотоэлектроколориметра. Основными показателями при определении эффективности коагуляции были расход реагента (доза), мутность и цветность отстаиванной воды. Время отстаивания – 45 мин.



Рисунок 3 – Процесс коагулирования

Сравнение результатов эффективности разных коагулянтов показало, что из всех испытанных коагулянтов наибольшей коагулирующей способностью к снижению мутности и цветности очищаемой воды обладают коагулянты:

- Аква-Аурат-110. Понижение мутности до 90 % при добавлении 10–60 мг/л разбавленного коагулянта. Цветность уменьшается до 85 % при добавлении 10, 20, 40 мг/л разбавленного коагулянта;

- оксихлорид алюминия (В). Понижение мутности до 85 % при добавлении 20–40 мг/л разбавленного коагулянта. Цветность уменьшается до 70 % при добавлении 20–60 мг/л разбавленного коагулянта;

- Унико-СА. Понижение мутности до 70 % при добавлении 20–60 мг/л разбавленного коагулянта. Цветность уменьшается до 65 % при добавлении 30–80 мг/л разбавленного коагулянта.

Результаты проведенных исследований по изменению качественных показателей «цветущей» донской воды (рисунок 3) приведены в таблице 1 и на рисунках 4 и 5.

Таблица 1 – Результаты пробного коагулирования

Название коагулянта	Доза коагулянта	Мутность		Солесодержание		Цветность	
		на входе	на выходе	на входе	на выходе	на входе	на выходе
1	2	3	4	5	6	7	8
Аква-Аурат-110	10	5,42	2,26	820	936	103,63	56,99
	20	5,42	3,39	820	957	103,63	77,72
	30	5,42	7,68	820	1024	103,63	155,44
	40	5,42	0,45	820	1074	103,63	12,95
	60	5,42	0,00	820	1173	103,63	0,52

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Оксид алюминия (В)	20	5,42	1,13	820	1075	103,63	49,22
	30	5,42	1,35	820	1035	103,63	28,50
	40	5,42	0,90	820	1031	103,63	31,09
	60	5,42	14,45	820	927	103,63	23,32
	80	5,42	4,97	820	833	103,63	21,45
Унико-СА	20	5,42	3,84	820	987	103,63	103,63
	30	5,42	2,90	820	1006	103,63	77,72
	40	5,42	1,58	820	1040	103,63	56,99
	60	5,42	1,81	820	1201	103,63	36,27
	80	5,42	18,06	820	1117	103,63	38,68

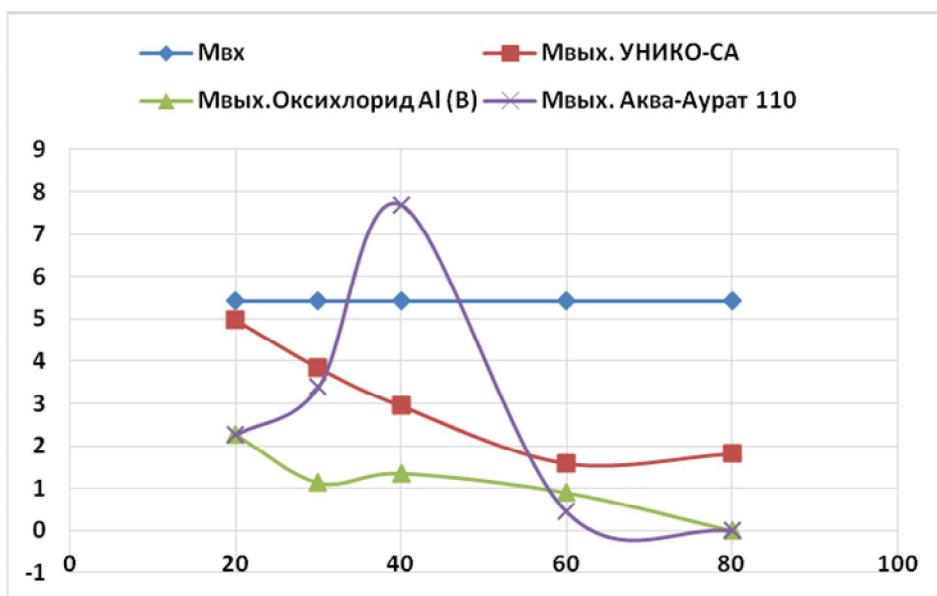


Рисунок 4 – Изменение мутности воды в зависимости от дозы и вида коагулянта

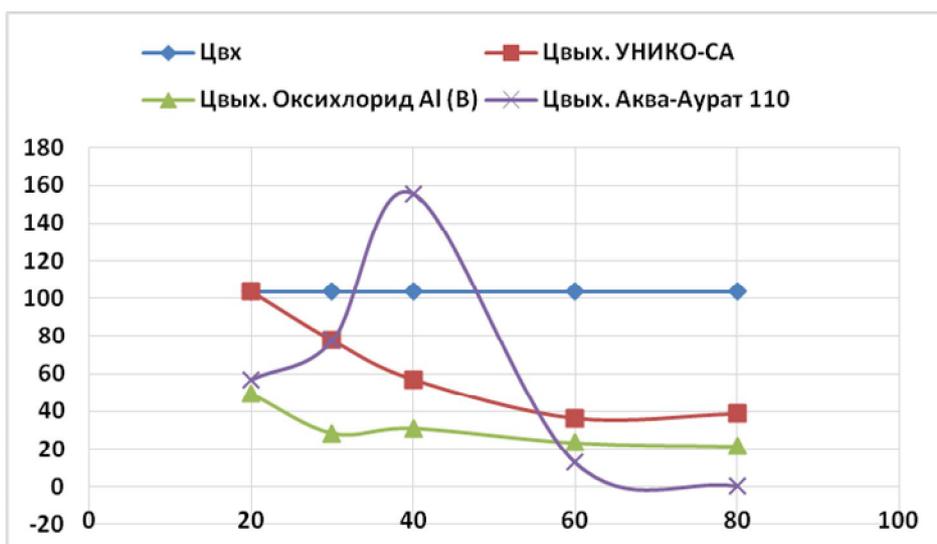


Рисунок 5 – Изменение цветности воды в зависимости от дозы и вида коагулянта

Анализ результатов приведенных выше исследований (таблица 1, рисунки 4 и 5) позволяет сделать следующие выводы:

- при коагуляционной обработке донской «цветущей» воды с использованием коагулянта оксихлорида алюминия (В) были отмечены более высокие контролируемые показатели качества воды, чем при коагуляции ее с использованием коагулянтов Унико-СА и Аква-Аурат-110;

- эффект снижения мутности донской «цветущей» воды в процессе ее коагуляции с использованием коагулянта оксихлорида алюминия (В) составляет до 85 % при дозе коагулянта 20–40 мг/л. Цветность уменьшается до 70 % при дозе коагулянта 60–80 мг/л;

- применение в предлагаемой технологической схеме метода контактной коагуляции с использованием высокоэффективных коагулянтов марок Унико-СА, Аква-Аурат-110, оксихлорид алюминия (В) исключит необходимость первичного обеззараживания воды хлором или же снизит расход хлора до минимума, придаст режиму водозабора стабильность и значительно сократит стоимость очистки воды от сине-зеленых водорослей во время «цветения» водоемов.

Список использованных источников

1 Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения: СанПиН 4630-88: утв. М-вом здравоохранения СССР 04.07.88: введ. в действие с 01.01.89. – М., 1988.

2 Определение токсинов сине-зеленых водорослей в воде и рыбе, диагностика отравления рыб в период интенсивного цветения воды: метод. рекомендации. – Киев, 1986. – 42 с.

3 Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения: СанПиН 2.1.4.1110-02: утв. Главн. гос. сан. врачом Рос. Федерации Г. Г. Онищенко 26.02.02: введ. в действие с 01.06.02. – М., 2002.

4 Справочник проектировщика. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий / В. А. Клячко, С. Н. Аронов, В. И. Лазарев [и др.]; под ред. И. А. Назарова. – М.: Стройиздат, 1977. – 288 с.

УДК 628.161:627.221.2(282.247.36)

**Е. Д. Хецуриани, А. Н. Богачёв, А. С. Териков, И. А. Лапина,
В. Э. Завалюев, Т. Е. Хецуриани**

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
им. М. И. Платова, Новочеркасск, Российская Федерация

ПРОБЛЕМЫ РАБОТЫ МЕЛИОРАТИВНЫХ ВОДОЗАБОРОВ ВО ВРЕМЯ «ЦВЕТЕНИЯ» ВОДЫ

В статье дано определение «цветения» воды, обозначены факторы, нарушающие работу водозаборов, перечислены современные методы борьбы с явлением. Перспективно применение вирусов и специальных всасывающих устройств, извлекающих водоросли из воды. Отмечено, что основным направлением исследований на сегодняшний день является метод удаления сине-зеленых водорослей с помощью ершовых фильтров, установленных на водозаборных сооружениях и способных существенно увеличить процент удаления сине-зеленых водорослей из речной воды.

Ключевые слова: мелиоративный водозабор, «цветение» речной воды, антропогенное эвтрофирование водоемов, сине-зеленые водоросли, очистка воды, ершовый фильтр.

Антропогенное эвтрофирование и загрязнение – это основные процессы, вызывающие деградацию рек, водохранилищ, озерных систем и ухудшение качества воды. Хотя главной причиной обоих процессов являются отходы хозяйственной деятельности, поступающие в водоемы с водосбора, каждый из процессов имеет свою специфику.

Кроме того, загрязняющие вещества накапливаются в донных отложениях, а также в фито- и зоопланктоне, высшей водной растительности и рыбах. При этом нередко образуются новые, более токсичные соединения и возникают очаги вторичного загрязнения воды [1].

Угроза антропогенного эвтрофирования водоемов стала осознаваться только во второй половине прошлого столетия. Для водоемов, особенно озерных экосистем, избыточное поступление биогенных веществ не менее опасно, чем токсическое загрязнение. Когда содержание в воде фосфора, азота, калия превышает критический уровень, ускоряются жизненные процессы водных организмов. Перенасыщение воды органическими соединениями стимулирует развитие сапрофитных бактерий (в том числе особо опасных болезнетворных), водных грибов, резко обостряя эпидемиологическую обстановку на водных объектах [2].

При избытке органического вещества в воде образуются устойчивые органоминеральные комплексы с тяжелыми металлами, в неко-

торых случаях более токсичные, чем сами металлы. На окисление огромного количества новообразованного органического вещества расходуется значительная часть растворенного в воде кислорода – возникает кислородный дефицит, что крайне отрицательно воздействует на ценные породы рыб и их кормовую базу – зообентос. Кроме того, дефицит кислорода приводит к тому, что из донных отложений в воду более активно выделяется ряд веществ, в том числе фосфор, а это, в свою очередь, интенсифицирует процесс эвтрофирования. Таким образом, начиная с какого-то момента эвтрофирование, получая внутриводоемное ускорение, становится необратимым, вызывая деградацию озерных систем и водохранилищ [3].

Проблемами нарушения работы мелиоративного водозаборного сооружения являются следующие:

- в период максимального «цветения» образуется экран, который затрудняет поступление кислорода для рыб, обитающих в водоеме. Это приводит к гибели молодых особей рыб и затрудняет работу;

- при высоком содержании сине-зеленых водорослей в водоеме происходит забивание РЗУ (рыбозащитного устройства);

- попадание частиц водорослей в мелиоративные и оросительные объекты может привести к их загрязнению из-за свойства сине-зеленых водорослей поглощать частицы тяжелых металлов;

- попадание в систему трубопроводов водорослей приводит к скоротечной замене трубопровода.

В последнее время возрастает число водных объектов, на которых осуществляется забор воды для технических, мелиоративных и оросительных целей. Поэтому особенно актуальное значение имеет выбор методов и средств для борьбы с «цветением» воды.

Найдены вирусы, для которых сине-зеленые водоросли являются «желанным блюдом». Перспективно и применение специальных всасывающих устройств, извлекающих водоросли из воды, после чего их используют как удобрения для полей или как промышленное сырье, потому что эти водоросли содержат до 50 % белка, большое количество витамина В и другие ценные компоненты.

Разработан метод борьбы с сине-зелеными водорослями путем использования их естественных врагов – высших водных растений. Установлено, что тростник, рогоз, камыш выделяют фитонциды, ток-

сичные для этих водорослей. Особенно сильно угнетает их развитие роголистник погруженный.

Основным направлением для исследований на сегодняшний день является метод удаления сине-зеленых водорослей с помощью ершовых фильтров, установленных на водозаборных сооружениях и способных существенно увеличить процент удаления сине-зеленых водорослей из воды.

Список использованных источников

1 Биологические обрастания в системе питьевого и технического водоснабжения и методы борьбы с ними. – М.: Наука, 1969. – 110 с.

2 Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения: СанПиН 4630-88: утв. М-вом здравоохранения СССР 04.07.88: введ. в действие с 01.01.89. – М., 1988.

3 Россолимо, Л. А. Проблема антропогенного эвтрофирования озер и пути ее решения / Л. А. Россолимо // Известия АН СССР. Серия географическая. – 1971. – № 1. – С. 35–45.

УДК 627.133:626.823

А. А. Чураев, М. В. Вайнберг

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

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА ВОДЫ НА ОТКРЫТЫХ КАНАЛАХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПО МЕТОДУ «УКЛОН – ПЛОЩАДЬ»

В статье описан разработанный авторами способ определения расхода воды на открытых каналах оросительных систем по методу «уклон – площадь», направленный на устранение недостатков ранее разработанных способов с использованием указанного метода. Сущность способа сводится к использованию двух датчиков уровня воды, оснащенных средствами дистанционной передачи показаний уровня, расположенных в уровнемерных колодцах верхнего и нижнего гидрометрических створов, определению уровней воды в створах, перепада уровней между верхним и нижним створами и вычислению расхода воды. Использование предложенного авторами способа измерения расхода воды позволит эксплуатационным организациям, обслуживающим современные оросительные системы, организовать автоматизированный водоучет, позволяющий вести работу в реальном времени, осуществлять оперативное определение расхода с относительной погрешностью 2,6 %, снижать затраты на создание ввиду отсутствия в конструкции подводящей трубы.

Ключевые слова: оросительная система, водоучет, метод «уклон – площадь», перепад уровней, датчик уровня воды, гидрометрический створ, уровнемерный колодец.

Точный, оперативный и достоверный учет воды составляет основу рационального водопользования. Повышение уровня эксплуатации оросительных систем требует совершенствования методов, способов и технических средств водоучета.

В соответствии с ГОСТ Р 51657.2-2000 (п. 5.2.2) одним из применяемых в настоящее время методов косвенных измерений расхода воды на открытых водотоках с призматическим руслом является метод «уклон – площадь». Он позволяет использовать уравнение гидравлики [1] для равномерного движения:

$$Q = \omega C (Ri)^{0,5},$$

где ω – площадь живого сечения потока, м²;

C – коэффициент Шези, м^{0,5}/с;

R – гидравлический радиус живого сечения, м;

i – продольный уклон водной поверхности в реке.

Значения ω и R определяют по данным промеров глубин в поперечном створе, уклон – нивелированием, а коэффициент Шези – по эмпирическим формулам, например по формуле Маннинга:

$$C = \frac{R^{1/6}}{n},$$

где n – коэффициент шероховатости.

Метод «уклон – площадь» основан на измерении перепада уровней воды в контрольных створах специально спрофилированного русла канала. По полученным данным определяется значение расхода воды. В силу инерционности движущейся воды мгновенный или местный уклон не может характеризовать расход в гидromетрическом створе. Масса воды должна пройти определенное расстояние, чтобы перепад уровней на нем характеризовал расход. Исходя из этого, следует измерять уклон водной поверхности приборами, погрешность которых позволит максимально уменьшить расстояние между створами измерительного участка.

Один из самых надежных способов измерения уклонов водной поверхности – это определение перепада уровней с помощью водомерных устройств (акустический уровнемер УА-1, датчик уровня акустический ЭХО-5, датчик уровня ультразвуковой ДУУ-340, бесконтактный уровнемер Kalesto, ультразвуковой уровнемер Prosonic, ультразвуковой датчик уровня Honeywell и др.) при известном рас-

стоянии между створами. Рассмотрим ультразвуковой датчик уровня Honeywell, предназначенный для бесконтактного дистанционного измерения уровня жидких сред. Внешний вид и габаритные размеры представлены на рисунке 1.

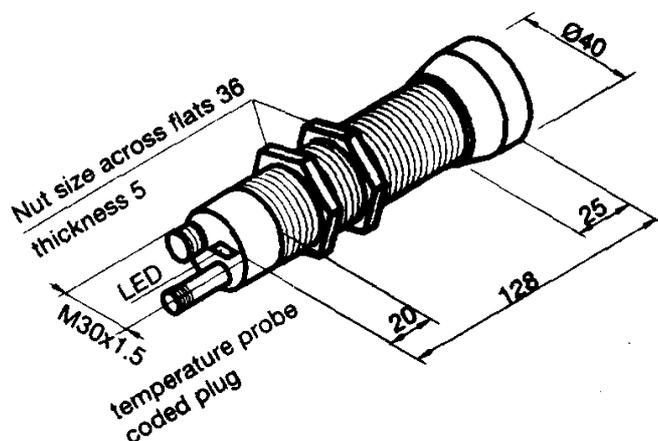


Рисунок 1 – Внешний вид и габаритные размеры датчика уровня Honeywell

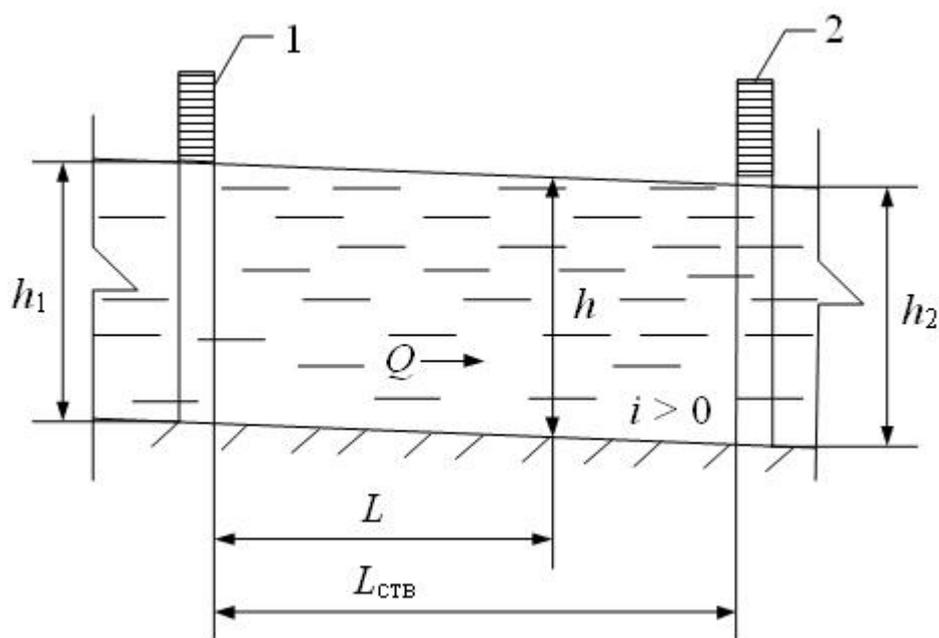
Характеристика датчика уровня Honeywell следующая:

- разрешающая способность в диапазоне измерения до 705 мм;
- максимальный диапазон измерения 500–4000 мм;
- рабочее напряжение от 10 до 30 В;
- средняя потребляемая мощность 800 мВт;
- токовый выход от 4 до 20 мА при нагрузке 500 Ом;
- частота преобразования 85 кГц;
- погрешность не более 0,1 %;
- рабочая фаза температурного режима от минус 25 до плюс 70 °С.

Применение различных успокоителей и защиты от волнения существенно повышает точность измерений уровней. Для больших и средних каналов вычисление расхода путем измерения уклона водной поверхности является достаточно целесообразным в силу возможности автоматизации измерений.

Эффективное применение метода «уклон – площадь» обуславливается наличием на гидростворе подпорно-переменного режима, интенсивных русловых деформаций. Он применяется также при резко выраженном неустановившемся течении в русле потока.

Иллюстрация к способу определения воды по методу «уклон – площадь» представлена на рисунке 2.

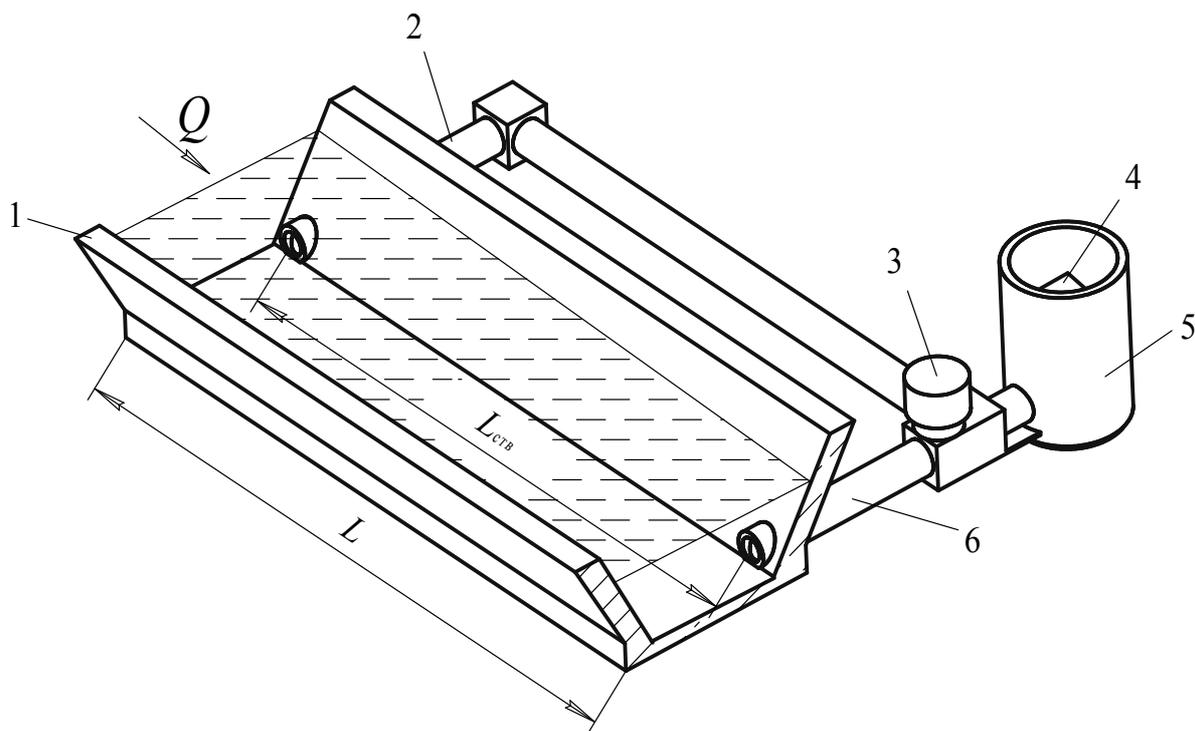


$L_{\text{ств}}$ – длина измерительного участка между створами 1, 2; h_1 – показание уровнемером глубины потока в створе 1; h_2 – показание уровнемером глубины потока в створе 2; h – значение глубины потока, зависящее от расстояния $L = 0 \div L_{\text{ств}}$; Q – расход

Рисунок 2 – Схема для определения расхода воды в призматических руслах по методу «уклон – площадь»

В настоящее время известны различные способы определения расхода воды по методу «уклон – площадь»: способ определения расхода воды на открытом водотоке с призматическим руслом (пат. 1659713, Ю. Г. Иваненко и др.) [2]; способ определения расхода воды на открытом канале с призматическим руслом (пат. 2102707, Ю. Г. Иваненко, В. Н. Щедрин и др.) [3]; способ определения перепада уровней и расхода воды на открытом водотоке с призматическим руслом по методу «уклон – площадь» (пат. 2327114, А. Е. Ивахненко и др.) [4] и т. д.

Способ определения перепада уровней и расхода воды на открытом водотоке с призматическим руслом по методу «уклон – площадь» сводится к использованию одного уровнемера, расположенного в уровнемерном колодце нижнего гидрометрического створа, для измерения уровней в верхнем и нижнем гидрометрических створах, определению перепада уровней между верхним и нижним створами и вычислению расхода. На рисунке 3 приведена конструкция измерительного участка канала для определения расхода воды по методу «уклон – площадь».



1 – измерительный участок канала; 2 – подводящая труба к зоне верхнего гидрометрического створа; 3 – автоматический запорный клапан; 4 – электронный уровнемер-счетчик; 5 – уровнемерный колодец; 6 – подводящая труба к зоне нижнего гидрометрического створа; $L_{\text{ств}}$ – расстояние между гидрометрическими створами; L – длина облицованного участка канала; Q – расход

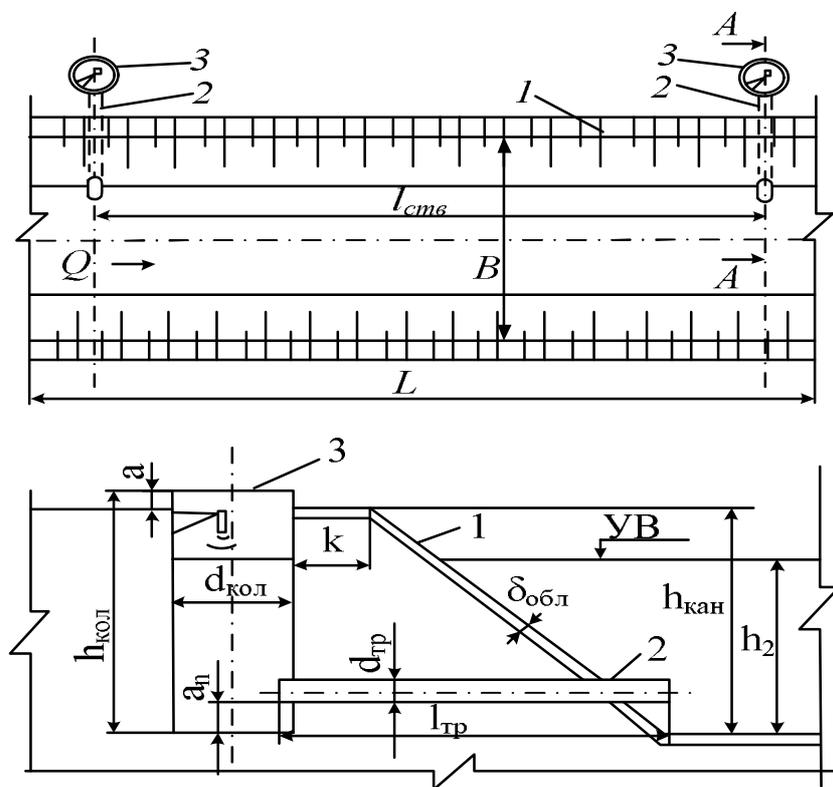
Рисунок 3 – Конструкция измерительного участка канала для определения перепада уровней и расхода воды на открытом водотоке с призматическим руслом по методу «уклон – площадь»

Недостатки данного способа:

- значительные затраты времени на определение уровней воды между верхним и нижним гидрометрическими створами, составляющие 20–30 мин;
- наличие движущихся механических частей (поплавка, задвижки);
- наличие конструкции из соединительных трубопроводов между створами.

Для устранения недостатков данного способа авторами предлагается новый способ определения расхода воды на открытых каналах оросительных систем по методу «уклон – площадь». Сущность способа сводится к использованию двух датчиков уровня воды, оснащенных средствами дистанционной передачи показаний уровня, расположенных в уровнемерных колодцах верхнего и нижнего гидрометрических створов, определению уровней воды в створах, перепада уровней между верхним и нижним створами и вычислению расхода

воды. Могут использоваться датчики уровня с погрешностью измерения в пределах 0,01 м. Определение расхода воды выполняется следующим образом: из канала по соединительным трубопроводам вода поступает в уровнемерные колодцы в верхнем и нижнем гидрометрических створах. Когда течение воды установится, в уровнемерных колодцах датчиками уровня воды будут непрерывно регистрироваться измеряемые параметры с заданным интервалом и с помощью средств дистанционной передачи информация будет передаваться на пункт диспетчера, оснащенный средствами для ее обработки и вычисления расхода. По полученным данным и при известных параметрах канала вычисляется искомый расход. На рисунке 4 приведена план-схема измерительного участка канала для определения расхода воды на открытых каналах оросительных систем по методу «уклон – площадь».



l – измерительный канал; 2 – соединительный трубопровод; 3 – уровнемерный колодец; L – длина облицованного участка канала; $\delta_{обл}$ – слой облицовочного бетона; $l_{ств}$ – расстояние между створами; k – расстояние между колодцем и бровкой канала; $l_{тр}$ – длина трубопровода; h_2 – глубина водного потока; $h_{кол}$ – диаметр колодца; $h_{кан}$ – строительная глубина канала; $d_{кол}$ – диаметр колодца; $d_{тр}$ – диаметр трубопровода; a_n – расстояние между дном канала и нижней точкой трубопровода

Рисунок 4 – План-схема измерительного участка для определения расхода воды на открытых каналах оросительных систем по методу «уклон – площадь»

Использование предложенного авторами способа измерения расхода воды по методу «уклон – площадь» позволит эксплуатационным организациям, обслуживающим современные оросительные системы, организовать автоматизированный водоучет, который будет характеризоваться следующими достоинствами:

- отслеживание в режиме реального времени значений уровней воды в створах, перепада уровней между створами;
- оперативное определение расхода с относительной погрешностью 2,6 %;
- полная автоматизация процесса измерений;
- повышение надежности за счет отсутствия движущихся механических частей (поплавка, задвижки);
- снижение затрат ввиду отсутствия необходимости строительства подводящей трубы с запорным клапаном.

Список использованных источников

1 Слабожанин, Г. Д. Гидрометрия: учеб. пособие к самостоятельной работе по гидрометрии / Г. Д. Слабожанин. – Томск, 2014. – 58 с.

2 Способ определения расхода воды на открытом водотоке с призматическим руслом: пат. 1659713 Рос. Федерация: G 01 F 1/00 / Иваненко Ю. Г., Щедрин В. Н., Красовский М. Ю., Иваненко Н. Г., Коржов В. И.; заявитель и патентообладатель Южный науч.-исслед. ин-т гидротехники и мелиорации. – № 4307530/10; заявл. 14.07.87; опубл. 30.06.91, Бюл. № 24. – 5 с.

3 Способ определения расхода воды на открытом канале с призматическим руслом: пат. 2102707 Рос. Федерация: G 01 F 1/00 / Иваненко Ю. Г., Щедрин В. Н., Иваненко Н. Г., Носова Т. Ф.; заявитель и патентообладатель Науч.-произв. объединение по гидротехнике и мелиорации «Югмелиорация». – № 5034015/28; заявл. 25.03.92; опубл. 20.01.98. – 6 с.

4 Способ определения перепада уровней и расхода воды на открытом водотоке с призматическим руслом по методу уклон-площадь: пат. 2327114 Рос. Федерация: G 01 F 1/00 / Ивахненко А. Е., Клишин В. Т., Варичев М. А., Смирнов С. Н.; заявитель и патентообладатель ФГНУ «Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации». – № 2006123303/28; заявл. 10.01.08; опубл. 20.06.08. – 4 с.

А. А. Чураев, Л. В. Юченко

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

СБОР ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ДИНАМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЕМ НА ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

В статье приводится порядок сбора необходимых данных (исходной информации) для построения модели динамического управления водораспределением на оросительной сети. Исходная информация включает геодезические и гидрометрические данные оросительной сети, данные о расходе воды хозяйственного плана водопользования и системного плана водораспределения и технических возможностях головного водозаборного сооружения.

Ключевые слова: сбор данных, водораспределение, водовыделы, оросительная сеть, хозяйственный план водопользования, системный план водораспределения, расход воды.

Современные гидромелиоративные системы могут иметь от нескольких десятков до нескольких сотен хозяйственных водовыделов, требующих своевременной и с заданным объемом подачи оросительной воды.

Качество и эффективность управления динамическими процессами водораспределения на системе могут быть улучшены путем разработки и внедрения новых способов принятия решений, ориентирующихся на современные компьютерные средства и программные комплексы.

Основу моделирования процессов управления водораспределением на оросительных системах составляет имитация процессов движения воды в каналах оросительной системы. Одновременно с этим возникает необходимость в оценке поведения системы в условиях действия на ней различного рода возмущающих и управляющих воздействий, работы регулирующих и гидротехнических сооружений, особенностей поведения водопользователей и т. п.

Для построения модели динамического управления водораспределением на оросительной сети необходимы данные:

- оросительной сети (геодезические, гидрометрические и др.);
- технических возможностей головного водозаборного сооружения (дискретность графика водоподдачи в пределах производительности)

сти головного сооружения, ограничения частоты включения оборудования головного водозаборного сооружения);

- системного плана водораспределения (расход в голове системы, план забора, полива и распределения воды по системе).

Сбор данных об оросительной сети должен начинаться с определения оросительной способности системы и ее источника орошения. Под оросительной способностью системы понимают площадь земель, которая может быть обеспечена водой в данном году за определенный период (декаду, месяц) при самом высоком дефиците водопотребления [1].

Оросительную способность устанавливают для лет разной обеспеченности по дефициту водопотребления. Расчеты проводятся специалистами управления водного хозяйства для пяти характерных лет (95, 75, 50, 25 и 5%-й обеспеченности). Для каждого года строятся укомплектованные графики гидромодуля и находятся максимальные и средневзвешенные их значения для декад и месяцев с последующим вычислением расходов, которые необходимо забрать в систему для обеспечения водой сельскохозяйственных культур с учетом всех потерь в элементах оросительной сети [1].

Оросительная система должна быть рассчитана на подачу и распределение оптимального объема воды, достаточного для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, и объемов воды, необходимых для удовлетворения хозяйственных потребностей.

К каждой оросительной системе подходят индивидуально, чтобы максимально использовать существующие ресурсы системы и полнее использовать ее функциональные возможности в конкретных условиях.

Сбор данных по характеристике оросительной сети должен включать сбор информации о плановом расположении (плановой схеме), топографических данных, данных о площади обслуживания, геометрических, гидравлических и технических данных основных объектов эксплуатации, а также информации об особенностях данной оросительной сети, если таковые имеются.

В плановую схему оросительной сети необходимо включить ситуационный план, сформированный на картографической (инженерно-топографической) основе, взятый из проектной документации

на конкретную оросительную систему или составленный по результатам аэрофотосъемки (спутниковых снимков).

На схеме должны быть отражены:

- рельеф местности (горизонтали);
- источник орошения;
- водозаборное сооружение;
- линейные сооружения (магистральный канал и распределители различных порядков);
- узлы сетевых гидротехнических сооружений (подпорных, регулирующих, сопрягающих, сбросных и т. п.);
- углы поворота, координаты углов, длины прямых участков каналов;
- водовыделы с соответствующими орошаемыми площадями;
- разбивка по пикетам для всех сооружений.

Основными исходными данными для построения модели динамического управления водораспределением на оросительной сети являются проектные материалы. При их отсутствии или длительности эксплуатации системы используют данные вновь проведенных натуральных исследований.

Значения расходов, глубин и средних скоростей движения воды по каналам оросительной сети могут определяться как на основе теоретических гидравлических расчетов, исходными данными для которых являются значения геодезических, геометрических характеристик и уклонов участков канала, так и на основе данных гидрометрических измерений (данные градуировок сооружений на сети и участков канала).

Головное водозаборное сооружение служит для забора воды из источника орошения и подачи ее в оросительную сеть. Объем забора воды сооружением определяется на основании утвержденных лимитов и необходимых расчетных объемов водопотребления водопользователей с учетом потерь в магистральной и распределительной сетях.

Для расчета графика водоподдачи головного водозабора необходимы данные хозяйственного и системного планов водораспределения водопользователей, сведения о регулирующих емкостях на системе и расчетной обеспеченности источника орошения, а также показатели технических возможностей головного водозабора.

К показателям технических возможностей головного водозабора относят [2]:

- тип насосной станции (количество агрегатов, производительность насосов, мощность электродвигателей);
- дискретность графика водоподачи в пределах производительности головного сооружения (шлюза-регулятора, насосных агрегатов головной насосной станции и т. д.);
- ограничения частоты включения оборудования головных сооружений;
- периодичность технического обслуживания и затраты времени на обслуживание.

Регулирующие емкости обеспечивают плавную регулировку водоподачи на оросительной сети и сглаживают несогласованность между объемами водоподачи и водопотребления. К данным по регулирующим емкостям необходимо отнести условие их использования и объем регулирования.

При использовании регулирующих емкостей в структуре оросительной системы должно выполняться условие [3]:

$$V_{\min} < \left(\sum_{i=1}^n Q_i - \sum_{j=1}^m Q_j \right) t < V_{\max},$$

где V_{\min} и V_{\max} – минимально и максимально допустимые объемы регулирования воды в канале или регулирующей емкости, м³;

Q_i – расход i -го агрегата головной насосной станции, м³/с;

n и m – число соответственно одновременно работающих агрегатов головной насосной станции и потребителей, ед.;

Q_j – расход j -го потребителя, м³/с.

Основным показателем регулирующей емкости является регулируемый объем, который находится из общего объема емкости. Общий объем $V_{\text{общ}}$, м³, определяется по формуле [2]:

$$V_{\text{общ}} = V_{\text{м}} + V_{\text{пол}},$$

где $V_{\text{м}}$ – мертвый объем с учетом заиления и обеспечения командных горизонтов потребителю, м³;

$V_{\text{пол}}$ – полезный объем, м³, который определяется по формуле:

$$V_{\text{пол}} = V_{\text{пп}} + V_{\text{сут}} + V_{\text{рег}},$$

где $V_{\text{ин}}$ – объем воды, необходимый для работы потребителя с учетом времени переходных процессов, м^3 ;

$V_{\text{сут}}$ – объем для перерегулирования суточной подачи воды водопотребителю, м^3 , находится с учетом продолжительности работы потребителя (дождевальной техники) в течение суток и расхода потребителя;

$V_{\text{рег}}$ – объем регулирования, м^3 , необходимый для перерегулирования воды непосредственно при управлении процессом «водоподача – водопотребление».

Объем регулирования $V_{\text{рег}}$, м^3 , находится по формуле:

$$V_{\text{рег}} = V_{\text{общ}} - (V_{\text{м}} + V_{\text{пол}}).$$

Возможность забора воды головным водозаборным сооружением определяется расчетной обеспеченностью расхода источника орошения, которая рассчитывается проектными и научно-исследовательскими институтами на основании водно-земельных балансов за 10–15 лет.

Расчеты составляют на каждую декаду для всего планируемого периода забора воды из источника орошения. По этим данным определяют возможную подекадную подачу воды в голове магистрального канала.

Для оросительных систем расчетные расходы для характерных лет заданной обеспеченности определяются в следующем порядке [4]:

- наряду с установлением расчетных декадных расходов по опорным гидрометрическим постам определяются соответственно и горизонты воды в источнике орошения;

- расчетные декадные горизонты по опорному посту приводятся к горизонтам в голове магистрального канала способами, принятыми при гидрологических расчетах;

- по установленным расчетным декадным горизонтам воды и имеющейся зависимости расходов магистрального канала от горизонта воды в источнике орошения определяют расчетные расходы в магистральном канале по декадам планируемого периода.

Результаты предварительного расчета режима источника орошения и определения возможных расходов в голове системы сводят в ведомость расчетных расходов (горизонтов) источника орошения, пример которой приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Пример ведомости расчетных расходов (горизонтов) источника орошения

Период подачи*		Характеристика источника орошения			Необходимый расход в голове магистрального канала по плану распределения, м ³ /с	Разница между необходимым расходом и возможной подачей	
месяц	декада	водоносность, м ³ /с	горизонт, м	возможная подача в систему из источника орошения, м ³ /с		м ³ /с	%
май	I	70,0	20,0	10,0	10,0	0,0	0,0
	II	73,0	21,0	11,0	11,5	0,5	4,3
	III	75,0	21,5	12,0	13,0	1,0	7,6

* Период подачи соответствует декадам месяца поливного периода.

Баланс водораспределения считается увязанным, когда величина отклонения, выраженная в процентах от потребности в оросительной воде в данную декаду, не превышает $\pm 5\%$. При недостатке воды (не выше 20–25 %) увязка баланса производится за счет сокращения водопотребления; при больших недостатках воды кроме сокращения водопотребления устанавливается очередной водооборот между хозяйствами на каждом межхозяйственном распределителе.

Системный план водораспределения составляется на основе планов водопользования отдельных хозяйств, увязывая их с режимом водоисточника орошения, пропускной способностью магистральных каналов, мелиоративными условиями системы [5].

При составлении плана водораспределения используются следующие материалы:

- план и подробная схема системы в масштабах 1:25000 или 1:50000 (указываются все магистральные, межхозяйственные и распределительные каналы до точек выдела воды в хозяйство с технической их характеристикой, границы хозяйств, все узлы распределения и узлы командования, границы эксплуатационных участков, створы балансовой гидрометрии и мелиоративной службы, дороги, линии связи);

- внутрихозяйственные планы водопользования;

- план и схемы системы с почвенно-мелиоративными характеристиками (почвы, глубина залегания уровня грунтовых вод, рельефные особенности);

- декадные расходы (горизонты) воды в источнике орошения в месте забора воды в систему;

- сведения о фактических потерях воды из магистральных каналов и распределительной сети, привязанные к отдельным узлам системы;
- установленные государственным планом площади посевов на орошаемых землях.

План водораспределения должен включать:

- ведомость расчетных расходов (горизонтов) источника орошения и возможных расходов в голове системы;
- план забора, полива и распределения воды по системе;
- план эксплуатационных мероприятий.

Определение возможных расходов (брутто) в оросительную систему производится с учетом величин коэффициентов полезного действия каналов. В конечном итоге определяется общий водозабор в систему по декадам и увязывается с расходами (горизонтами) вод источника (таблица 1).

Коэффициенты полезного действия каналов определяются специалистами управления оросительных систем по данным балансовой гидрометрии, полученным в результате фактических замеров расходов воды в течение вегетационного периода по имеющимся стандартным методикам.

Имея уточненные данные и сводную ведомость водозабора, водоподдачи и полива сельскохозяйственных культур (нарастающим итогом для всех хозяйств), устанавливаются окончательные величины водораспределения и сводят в календарный план проведения поливов в разрезе водовыделов из межхозяйственных каналов.

План распределения воды по системе составляется на основе плана водозабора из источника орошения. Все расчеты ведут от головы системы через участки и узлы распределения к точкам выдела воды хозяйствам.

Хозяйственный план водопользования является первичным документом, в котором отражается потребность хозяйства в оросительной воде как общая, так и по определенным периодам. Он составляется для водообеспечения каждого поля в соответствии с требуемыми режимами орошения сельскохозяйственных культур и с учетом организации территории и труда [5].

Хозяйственный план водопользования должен включать [1, 4]:

- план подачи воды в хозяйство;
- план полива и распределения оросительной воды по внутрихозяйственной сети;

- план эксплуатационных мероприятий.

Для составления хозяйственного плана необходимо иметь [4]:

- план орошаемого участка хозяйства в горизонталях (масштаба 1:10000 или 1:25000), на который нанесены оросительные и сбросные каналы с гидротехническими сооружениями на них. При наличии закрытой сети – план водоводов с гидрантами, границы севооборотных участков, отдельных полей, их площади;

- почвенно-мелиоративную характеристику орошаемого участка с указанием глубины залегания уровня грунтовых вод (1–2, 2–3 и более 3 м) и их минерализации за последние один-два года, ведомость размещения культур и насаждений на орошаемых землях с указанием площадей;

- рекомендуемый поливной режим орошения сельскохозяйственных культур, разработанный научно-исследовательскими учреждениями и утвержденный соответствующими организациями администрации зоны расположения массивов орошения;

- данные о наличии орошаемых земель и их использовании, пропускной способности, протяженности и КПД каждого внутрихозяйственного канала, сведения о водомерах на хозяйственных водовыделах и пропускной способности сооружений;

- данные о количестве поливных агрегатов, их марках и производительности, наличии обученных кадров, мелиоративной техники по созданию оросительной сети и уходу за ней;

- развернутый календарный план эксплуатационных мероприятий на текущий год по реконструкции, ремонту каналов и уходу за каналами и гидросооружениями на них.

Для составления хозяйственного плана водопользования необходимо иметь данные о лимите воды для полива сельскохозяйственных культур, хозяйственных и производственных расходов, устанавливаемом руководством оросительной системы.

План подачи воды в хозяйство составляется на основе плана размещения сельскохозяйственных культур для каждого водовыдела из межхозяйственной сети с выделением площадей, засеянных культурами и подлежащих поливу. Используя эти данные, специалисты хозяйства составляют календарный план полива и забора воды по каждой сельскохозяйственной культуре с указанием номера полива, физической площади орошения, числа поливаемых гектаров и необходимого для данных условий объема оросительной воды. Затем за ка-

ждую декаду вегетационного периода нарастающим итогом суммируют как вышеуказанные показатели, так и водопотребление на орошение (нетто, брутто), водоподачу на хозяйственные и производственные нужды [1].

Расход воды (брутто) для подачи в хозяйство на декаду определяют с учетом всех потерь на орошаемом поле, потерь на внутривозвратной оросительной сети, расходов на хозяйственные и производственные нужды. Общий расход за месяц и вегетационный период равен сумме декадных расходов. Полученные расходы должны быть обязательно соизмерены с лимитом воды, выделенным хозяйству, и увязаны с пропускной способностью оросительных каналов. Если в отдельные декады расчетные расходы превышают лимит, то их пересчитывают в сторону уменьшения [1].

Определение и суммирование декадных объемов дают возможность построить календарный план водопользования хозяйства. Все данные плана хозяйственного водопользования заносят в таблицы, описание которых дается в утвержденных инструкциях для эксплуатационных организаций.

После сбора всех необходимых данных приступают к построению модели динамического управления водораспределением на оросительной сети.

Список использованных источников

1 Натальчук, М. Ф. Эксплуатация гидромелиоративных систем / М. Ф. Натальчук, В. И. Ольгаренко, В. А. Сурин. – М.: Колос, 1995. – 320 с.

2 Временное руководство по проектированию и эксплуатации автоматизированных оросительных систем: в 2 ч. / В. Н. Щедрин [и др.]. – Ч. I. – Новочеркасск: Югмелиорация, 1989. – 160 с.

3 Щедрин, В. Н. Совершенствование конструкций открытых оросительных систем и управления водораспределением / В. Н. Щедрин. – М.: Мелиорация и водное хозяйство, 1998. – 160 с.

4 Временные рекомендации по составлению и реализации планов водопользования на оросительных системах Ростовской области: утв. науч.-техн. советом Управления «Ростовмелиоводхоз» 30.06.09. – Коломна, 2009. – 105 с.

5 Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: справочник / под ред. Б. Б. Шумакова. – М.: Колос, 1999. – 432 с.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПЛАВУЧЕЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ МЕЛИОРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В статье раскрыт вопрос проведения мероприятий, обеспечивающих поддержание оборудования и устройств в рабочем состоянии при организации эксплуатации плавучей насосной станции мелиоративного назначения. Техническое обслуживание станции рассмотрено по основным технологическим компонентам: корпус, якорное устройство, швартовно-буксирное устройство, грузовое устройство, рыбозаградительные устройства, устройство закрытия водозаборных отсеков, системы главных насосных агрегатов, вакуум-система, система технического водоснабжения, осушительная система, пожарно-балластная система, система бытового водоснабжения, сточно-фановая система, система вентиляции, сооружения производственного назначения, напорные трубопроводы, электрооборудование.

Ключевые слова: мелиоративный объект, техническое обслуживание, эксплуатация, оборудование, устройство, плавучая насосная станция.

Основной функцией плавучей насосной станции мелиоративного назначения (ПНС) является обеспечение качества и количества подачи воды от источника орошения к месту потребления. Достижение данной цели главным образом зависит от поддержания технологического оборудования ПНС в исправном состоянии и безопасности ее эксплуатации, что обеспечивает эффективное техническое обслуживание [1].

Техническое обслуживание плавучей насосной станции заключается в проведении мероприятий, обеспечивающих поддержание оборудования и конструкций ПНС в исправном состоянии. Техническое обслуживание оборудования и конструкций плавучей насосной станции должно проводиться на основе требований проектной документации, результатов контроля их технического состояния, а также требований к техническому состоянию и правил безопасной эксплуатации, установленных нормативными и правовыми актами Российской Федерации [2–4].

Техническое обслуживание ПНС проводится в обязательном порядке в процессе ее работы, а также в межсезонные периоды. Выполненные работы по техническому обслуживанию подлежат учету и завершаются прогнозом технического состояния и остаточного ресурса элемента станции с последующим документированием [5].

ПНС состоит из 17 элементов, техническое обслуживание которых изложено далее.

1 Корпус

Основными причинами износа корпуса являются коррозия металла и разрушение сварных швов.

Надводная часть корпуса судна, его рубки, палубы, водонепроницаемые переборки должны подвергаться еженедельному наружному осмотру. При осмотре надо обращать внимание на состояние окраски, исправность набора и обшивки, отсутствие течи в его отсеках. Замеченные недостатки нужно немедленно устранить.

В случае обнаружения крупных повреждений, которые не могут быть исправлены судовыми средствами, необходимо силами обслуживающего персонала подкрепить поврежденные места и соорудить временные заделки, цементные ящики и т. п.

Не реже одного раза в шесть месяцев необходимо проводить внутренний осмотр частей корпуса, подвергающихся действию сырости, и частей, соприкасающихся с водой, как то: пики, цистерны балластной воды, водоприемные отсеки, отсеки шаровых соединений. При обнаружении загрязнения и накопления ила необходимо произвести очистку, а при повреждении окраски – произвести окраску, не дожидаясь планового срока ремонта.

Особое внимание должно быть обращено на водонепроницаемость корпуса. Пропуски воды в надводной части корпуса необходимо устранить при первой возможности, пропуски воды в подводной части корпуса – немедленно. При небольших пропусках воды водотечность может быть устранена при помощи цементных ящиков, применение которых допускается как временная мера до постановки станции на ремонт.

При получении пробоины поврежденные места должны быть отремонтированы немедленно.

Для сохранения непроницаемости корпуса запрещается сверлить или прорубать отверстия в наружной обшивке, палубах, непроницаемых переборках.

Для предотвращения ржавления наружной обшивки (изнутри), набора нижних листов переборок, трюмов и других закрытых объемов их необходимо содержать чистыми и сухими и при первой возможности вентилировать.

Скапливающуюся воду надо систематически удалять. Следует учитывать, что вода, содержащая остатки масел, кислот, щелочей и других разъедающих веществ, быстро разрушает пленку краски и вызывает ускорение ржавления металлических элементов корпуса.

2 Якорное устройство

В целях сохранения якорей и якорных цепей необходимо постоянно следить за ними. Потери якорей и обрывы цепей являются следствием плохого ухода за ними и неумелого пользования. При выборе якоря якорную цепь необходимо окатывать из шланга, тщательно смывая с нее ил и грязь. После каждой уборки якорь следует окатить водой, чтобы грязь, мелкие камни и т. п., попавшие между веретеном и лапами, были удалены.

Отверстия для смазки трущихся частей якоря необходимо прочищать проволокой и заполнять смазкой.

После стоянки судна на якоре при подъеме якоря следует внимательно осмотреть цепь, скобы и якорь. Слабыми местами на якорях являются скобы и штырь.

Во время осмотра цепи обязательно надо осматривать соединительные скобы и вертлюги. Якорные цепи следует тщательно осматривать не реже двух раз в год. Во время осмотра цепи следует вытравливать, растягивая их на палубе. Растянутые цепи необходимо очистить от ржавчины стальной щеткой, затем, постукивая ручником по каждому звену, проверить цельность звеньев. Все неисправные звенья подлежат замене. После проверки якорь и якорную цепь следует окрасить.

При проверке скоб следует обратить внимание на состояние шпилек, которые, как правило, должны легко и быстро выколачиваться, штыри должны легко выниматься. При этом следует помнить, что скобы своей спинкой обязательно должны быть обращены в сторону якоря.

Необходимо тщательно следить за исправностью стопоров якорных цепей, своевременно удалять ржавчину и окрашивать их.

Необходимо следить за тем, чтобы при отдаче якоря, а также при долгой стоянке цепь не перекручивалась, так как это может служить причиной разрыва цепи.

При отдаче якоря никогда не следует задерживать якорную цепь в момент нахождения скобы на звездочке шпиля, так как скобы в это время испытывают большие напряжения.

Чтобы предохранить цепные ящики от быстрого износа, якорную цепь при каждой длительной стоянке необходимо выбрать на палубу, цепной ящик прочистить от грязи, обмыть водой, протереть ветошью и просушить. При очистке цепного ящика необходимо всегда обращать внимание на состояние устройства для крепления и отдачи коренного конца якорной цепи.

Обслуживание якорно-швартовных шпилей следует производить по соответствующей инструкции завода – изготовителя шпиля.

3 Швартовно-буксирное устройство

Швартовное устройство должно обеспечивать быстрое выполнение швартовных операций и вместе с якорным устройством надежное раскрепление плавучей насосной станции на месте ее эксплуатации.

Буксирное устройство должно обеспечивать надежное крепление буксирного конца буксирующего судна к ПНС.

Швартовы должны быть всегда очищены, смазаны, просушены и намотаны на тросовые вьюшки.

Тросовые вьюшки должны быть окрашены, свободно вращаться и иметь исправные рукоятки для наматывания троса. В ненастную погоду каждая тросовая вьюшка и шпили должны быть покрыты чехлами. В хорошую погоду чехлы с вьюшек необходимо снимать и тросы проветривать.

Во время раскрепления станции на месте эксплуатации необходимо швартовные тросы в местах трения с клюзами обматывать старой парусиной или подкладывать под них шпигованные маты.

Во время сильного ветра или течения швартовы, которые испытывают наибольшее напряжение, должны быть равномерно натянуты. Швартовные тросы следует осматривать не реже одного раза в год. Если у стального швартовного троса будут обнаружены лопнувшие проволоки в количестве более 10 % от их общего числа на длине троса, равной восьми диаметрам его, трос должен быть заменен новым.

Запрещается околачивать стальной оцинкованный трос мушкетом или другими предметами при работе с тросом. Для предохранения от ржавчины стальной трос раз в месяц надо очищать и смазывать.

Ролики киповых планок, швартовные и буксирные кнехты и клюзы должны быть достаточно гладкими для предупреждения преж-

двремени изнаса тросов. Ролики киповых планок должны быть смазаны и легко вращаться.

Все нетрущиеся части изделий и деталей швартовно-буксирного устройства должны быть окрашены.

Кнехты, клюзы и киповые планки, на которых появились трещины, надо немедленно ремонтировать или заменять новыми.

При обнаружении тяги (потеков) через отверстия крепежных болтов надлежит проверить обжатие болтов, под головку болта сделать подмотку из просуриченной пакли.

Обслуживание якорно-швартовных шпилей следует производить по соответствующей инструкции завода – изготовителя шпиля.

4 Грузовое устройство

Грузовое устройство ПНС должно обеспечивать безотказное и безопасное производство грузовых операций.

Обслуживающий персонал обязан тщательно следить за полной исправностью грузового устройства, так как от этого зависит безопасность людей, производящих грузовые операции. Лица, руководящие грузовыми операциями, должны строго следить за тем, чтобы вес поднимаемых грузов не превышал подъемной силы грузового устройства.

Обслуживание крана необходимо производить в соответствии с инструкцией по монтажу и эксплуатации специального крана.

Необходимо тщательно следить за состоянием приводной цепи и подкрановых путей. Трущиеся части приводной цепи и подкрановых путей должны быть всегда смазаны, а нетрущиеся окрашены. Необходимо следить за тем, чтобы на приводной цепи не было посторонних предметов и грязи, так как наличие их может привести к поломке звездочки механизма движения крана.

Контроль качества подкранового пути и уход за ним следует производить тщательно и своевременно. Плохое содержание подкрановых путей приводит к перекосам, уширениям, недопустимым уклонам, вызывающим перегрузку крана.

Тяги крепления крана по-походному должны быть в исправном состоянии, талрепы тяг должны быть расхожены и смазаны. Концевые упоры подкранового пути не должны иметь трещин.

Лоток для питания кабеля должен быть всегда чистым и сухим.

Детали грузового устройства с износом в 10 % и более по толщине и диаметру, а также детали с трещинами, изломами или с остаточными деформациями не должны допускаться к эксплуатации.

Стальной канат не должен применяться, если в любом месте на его длине, равной восьми диаметрам, количество обрывов проволоки составляет 10 % и более от общего их количества, при наличии оборванной пряди, уменьшении диаметра проволок вследствие износа или коррозии на 30 % и более, а также при чрезмерной деформации троса.

5 Рыбозаградительные устройства

Периодическое техническое обслуживание рыбозаградителя содержит следующие операции:

- ежедневный подъем для проверки технического состояния и проведения профилактических мероприятий;
- выдержка рыбозаградителя в поднятом положении в течение 1,0–1,5 часа до полного высыхания (для уменьшения интенсивности обрастания);
- регистрация технического состояния, выполненных профилактических мероприятий в журнале учета работы;
- регистрация скорости вращения промывателя, производимая не реже трех раз в сутки;
- поддержание скорости на уровне заданной путем регулировки клапана на линии, идущей от системы технического водоснабжения к рыбозаградителю.

В случае получения сигнала об остановке промывателя необходимо попытаться восстановить его вращение путем увеличения подачи воды на промывку с помощью задвижки на подводящей линии. Если вращение распределителя не будет восстановлено, то через две минуты после его остановки произойдет автоматическое отключение электродвигателя, после чего следует поднять рыбозаградитель для устранения неисправности.

6 Устройство закрытия водозаборных отсеков

Закрытие водозаборных отсеков является обязательной операцией при всех видах ремонтов, связанных с демонтажем различных элементов приемно-напорной магистрали. Поэтому правильный уход за крышками является необходимым требованием для обеспечения их надежности в работе при всех условиях. Для этого необходимо и достаточно соблюдать правила хранения, т. к. крышки являются простой металлической конструкцией, не требующей регулярного наблюдения и ухода.

Перед установкой крышки необходимо:

- проверить состояние ее опорно-ходовых узлов;

- убедиться в отсутствии деформаций полотна, на котором установлено резиновое уплотнение;
- проверить ощупыванием сохранность резинового уплотнения;
- подготовить комплект элементов жесткого крепления крышки к обухам.

7 Системы главных насосных агрегатов

Для нормальной эксплуатации системы главных насосных агрегатов необходимо выполнять следующие требования:

- содержать в исправном состоянии и правильно эксплуатировать главный насосный агрегат, руководствуясь при этом заводской инструкцией по обслуживанию;

- содержать в исправном состоянии и правильно эксплуатировать задвижку с электроприводом, руководствуясь заводской инструкцией по эксплуатации;

- содержать в исправном состоянии шаровое соединение, следить за подвижностью шара в чаше, обеспечивать плотность сальникового устройства, следить за наличием смазки на обработанных сферических поверхностях;

- следить за плотностью фланцевых соединений трубопровода, обращать особое внимание на соединения со скользящими фланцами;

- периодически контролировать плотность затяжки болтовых соединений крепления насоса и электродвигателя к фундаменту, крепления задвижки и трубопровода к опорам, крепления шарового шарнира к борту станции и др.;

- обращать особое внимание на качество центровки валов электродвигателя и насоса; величины смещения и излома осей должны находиться в пределах, установленных заводской инструкцией по эксплуатации агрегата;

- периодически, но не реже одного раза в два часа работы агрегата контролировать по вакуумметру и манометру работу главного насоса, а по термометрам – температуру подшипников электродвигателя. Показания приборов заносить в журнал учета работы.

Обслуживание агрегата в период работы необходимо выполнять в соответствии с требованиями заводской инструкции.

8 Вакуум-система

Для нормальной эксплуатации вакуум-системы необходимо соблюдать следующие условия:

- содержать в исправном состоянии и правильно обслуживать ва-

куум-насосы, сигнализатор уровня и электромагнитные клапаны, руководствуясь при этом заводскими инструкциями по их обслуживанию;

- содержать в исправном состоянии прочую арматуру и циркуляционную цистерну. Внимательно следить за плотностью арматуры и путевых соединений трубопроводов. Следует помнить, что даже малейшее нарушение герметичности во всасывающей части системы вызывает уменьшение вакуума, а возможно, и полный срыв его. По мере необходимости производить притирку клапанов;

- во время работы вакуум-насосов, но не реже чем через каждые три-четыре пуска необходимо производить контроль вакуума по вакуумметру, что даст возможность проверять герметичность системы и степень износа рабочих дисков вакуум-насосов. При этом необходимо производить продувку капилляра, приоткрывая продувочный маховик клапана перед вакуумметром;

- немедленно устранять любые обнаруженные дефекты.

9 Система технического водоснабжения

Для нормальной работы системы технического водоснабжения необходимо соблюдать следующие условия:

- содержать в исправном состоянии арматуру и следить за плотностью соединений трубопроводов. По мере необходимости производить необходимый ремонт арматуры;

- периодически, но не реже четырех раз в сутки контролировать по манометрам работу водяных фильтров. Перед каждой проверкой производить продувку капилляров манометров, приоткрывая продувочные маховики клапанов для манометров. При необходимости производить очистку фильтров;

- арматура, как правило, должна находиться в закрытом состоянии и открываться только на время работы системы;

- немедленно устранять любые обнаруженные дефекты.

10осушительная система

Для нормальной работы осушительной системы необходимо соблюдать следующие условия:

- содержать в исправном состоянии и правильно эксплуатировать осушительный насос, руководствуясь при этом заводской инструкцией по его обслуживанию;

- содержать в исправном состоянии арматуру, клапанные коробки и следить за плотностью фланцевых соединений. По мере необходимости производить притирку клапанов арматуры;

- все клапанные коробки, клапаны и краны, как правило, должны быть закрыты и открываться только на время производства необходимых операций;

- периодически наблюдать и производить очистку приемных сектов в грязевой коробке;

- немедленно устранять любые обнаруженные дефекты.

11 Пожарно-балластная система

Для нормальной работы пожарно-балластной системы необходимо соблюдать следующие условия:

- содержать в исправном состоянии и правильно эксплуатировать пожарно-балластный насос, руководствуясь при этом заводской инструкцией по его обслуживанию;

- содержать в исправном состоянии пожарные шланги, арматуру и следить за плотностью путевых соединений трубопроводов. По мере необходимости производить притирку клапанов арматуры;

- периодически контролировать по вакуумметру работу фильтра и кингстона, через которые осуществляется прием воды насосом. Перед отсчетом показаний вакуумметра производить продувку его капилляров, приоткрывая продувочные маховики на клапане;

- периодически наблюдать и производить продувку кингстона и манометра;

- немедленно устранять любые обнаруженные дефекты.

12 Система бытового водоснабжения

Для нормальной работы системы бытового водоснабжения необходимо соблюдать следующие условия:

- содержать в исправном состоянии и правильно эксплуатировать водонагреватель, насос, компрессор и пневмоцистерну, руководствуясь при этом заводскими инструкциями по их обслуживанию;

- содержать в исправном состоянии арматуру и контролировать плотность путевых соединений трубопроводов. По мере необходимости производить притирку клапанов, а также подтяжку сальников арматуры. У арматуры с уплотнительными шайбами клапанов своевременно производить замену износившихся шайб;

- регулярно, но не реже двух раз в месяц производить спуск отстоя из цистерн через спускные пробки;

- немедленно устранять любые обнаруженные недостатки.

13 Сточно-фановая система

Для нормальной эксплуатации сточно-фановой системы необходимо соблюдать следующие условия:

- содержать в исправном состоянии и правильно эксплуатировать эжектор и поплавковое реле уровня, руководствуясь при этом заводскими инструкциями по их обслуживанию;
- содержать в исправном состоянии сифоны, решетки шпигатов, головку на воздушной трубе и регулярно следить за их чистотой;
- следить за плотностью арматуры и путевых соединений трубопроводов и содержать их в исправном состоянии;
- регулярно после каждого опорожнения цистерны производить промывку ее чистой водой;
- немедленно устранять любые обнаруженные дефекты.

14 Система вентиляции

Для нормальной работы системы вентиляции необходимо:

- содержать в исправном состоянии и правильно эксплуатировать электровентиляторы, руководствуясь при этом заводскими инструкциями по их обслуживанию;
- периодически наблюдать за жалюзийными решетками концевых и пламяпрерывающих сеток и производить их чистку;
- периодически удалять конденсат, скопившийся в вентиляционных каналах, через спускные пробки;
- немедленно устранять любые обнаруженные недостатки.

15 Сооружения производственного назначения

Служба эксплуатации плавучей насосной станции должна иметь четкую схему нагрузок и воздействий на конструкцию судна и сооружений. Дополнительные нагрузки на судно, борта, перекрытия и другие конструкции, а также изменения несущей способности конструкции могут допускаться только после согласования с проектной организацией.

Металлоконструкции периодически окрашивают. Покрытие защитным слоем помещений производственного назначения производится не реже одного раза в пять лет.

Деревянные конструкции, находящиеся в условиях переменной влажности, предохраняют от загнивания осмолкой, пропиткой антисептическими материалами.

16 Напорные трубопроводы

При обнаружении в стальных трубопроводах признаков коррозии (железобактерий, механического повреждения покрытий) необходимо производить очистку до основного металла и восстанавливать покрытие поверхности.

При обнаружении деформированных или потерявших устойчивость элементов они должны быть отремонтированы или заменены новыми. Шпильки и гайки компенсаторов с ослабленной или вытянутой резьбой, а также уплотнения компенсаторов с износом более 10 % подлежат замене на новые. В компенсаторах зазоры между забивными кольцами и патрубками должны быть равномерными по всей длине окружности уплотнения.

При обнаружении в трубопроводе сквозных продольных или поперечных трещин необходимо произвести инъекцию или установить по всему периметру трубы бандаж, усиленный арматурой.

При значительных объемах разрушений необходимо заменить поврежденные звенья или участок трубопровода. Наружные поверхности железобетонных трубопроводов красят битумной мастикой. На внутренние поверхности труб необходимо наносить защитные покрытия.

При обнаружении трещин труб, а также перекоса муфтовых соединений следует производить замену поврежденных труб и муфт на новые.

Течи в стыках трубопроводов устраняют заменой уплотняющих колец, подтяжкой болтовых соединений фланцевых муфт, зачеканкой стыков.

17 Электрооборудование

Техническое обслуживание электрооборудования плавучей насосной станции и электроустановок потребителей должно осуществляться в полном соответствии с требованиями действующих Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.

Действующие на плавучих насосных станциях эксплуатационные документы по обслуживанию электрооборудования (инструкции, правила и т. п.) должны полностью соответствовать требованиям нормативных документов, указанных выше.

На основании вышеизложенного можно сделать следующий вывод: техническое обслуживание ПНС заключается в визуальном кон-

троле технического состояния оборудования и устройств станции и требует точного и незамедлительного проведения мероприятий, которые позволят обеспечить эффективную и безопасную эксплуатацию станции.

Список использованных источников

1 Шепелев, А. Е. Требования к основным положениям нормативных документов в области эксплуатации мелиоративных насосных станций [Электронный ресурс] / А. Е. Шепелев, А. С. Штанько // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2012. – № 1(05). – 5 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=82&id=96>.

2 Шепелев, А. Е. Регулирование отношений в сфере обеспечения безопасности плавучих насосных станций мелиоративного назначения / А. Е. Шепелев // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 54. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – С. 75–79.

3 О безопасности гидротехнических сооружений: Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ: по состоянию на 28 декабря 2013 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

4 Об утверждении Рекомендаций к содержанию правил эксплуатации гидротехнических сооружений (за исключением судоходных гидротехнических сооружений): Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 27 сентября 2012 г. № 546 // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

5 Шепелев, А. Е. Эксплуатация плавучих насосных станций мелиоративного назначения (на примере Астраханской области): науч. обзор / А. Е. Шепелев, А. А. Чураев, А. С. Штанько; ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2014. – 45 с. – Деп. в ВИНТИ 14.05.14, № 126-В2014.

Научное издание

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Сборник научных трудов

Выпуск 54

Подписано в печать 10.11.2014. Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. 8,42. Тираж 500 экз. Заказ № 27.

ФГБНУ «РосНИИПМ»
346421, г. Новочеркасск, пр. Баклановский, 190

Отпечатано с готового оригинал-макета
ИП Белоусов А. Ю.
346421, г. Новочеркасск, пр. Баклановский, 190 «Е»