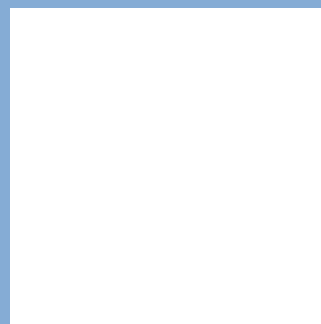
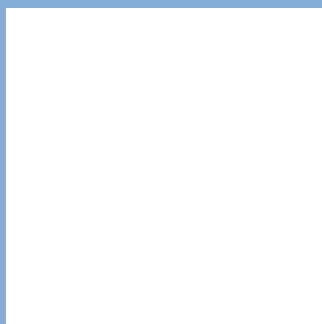
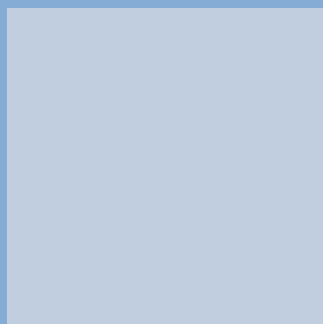
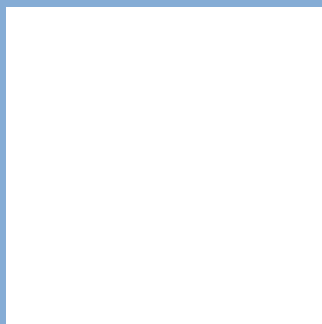
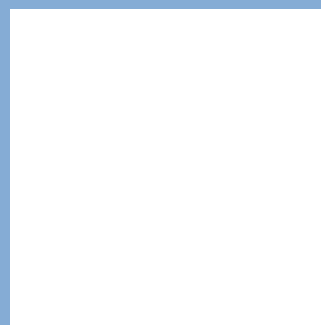
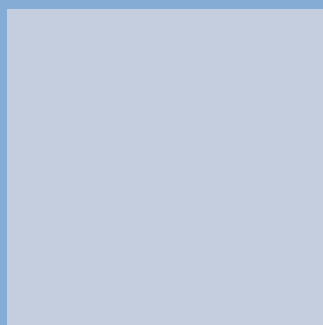
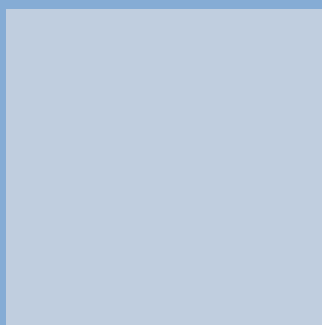
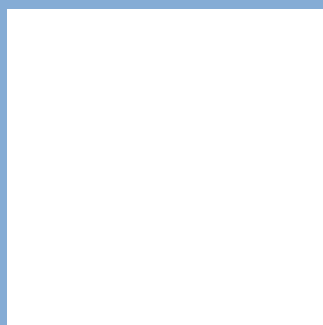
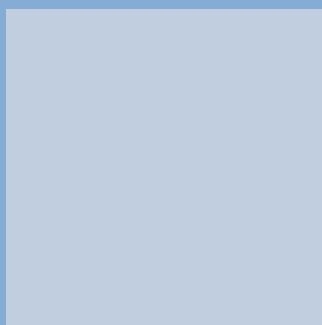


# ГИДРОТЕХНИКА

гидротехническое строительство, техника,  
оборудование и материалы, технологии,  
инновации, ведущие специалисты

**2009**  
№ 1 (14)



# Журнал «ГИДРОТЕХНИКА»

[www.hydroteh.ru](http://www.hydroteh.ru)

Учредитель ООО «Тандем»»

Адрес редакции **192007, Санкт-Петербург,  
Тамбовская ул., д. 8, лит. Б  
Т./ф.: (812) 712-90-48, 640-19-84**

Директор  
издательства **Татьяна Ильина**  
[info@hydroteh.ru](mailto:info@hydroteh.ru)

Главный редактор **Марина Смирнова**  
[hydro-com@bk.ru](mailto:hydro-com@bk.ru)

Реклама **Елена Ковалевич**  
[evk@hydroteh.ru](mailto:evk@hydroteh.ru)

**Нина Афанасьева**  
[gts2005@yandex.ru](mailto:gts2005@yandex.ru)

Дизайн и верстка **Елена Владимировна**

Корректор **Мария Доброва**

Отпечатано  
в типографии **ООО «Премиум-пресс»**  
Санкт-Петербург, Оптиков ул., 4.

Распространяется бесплатно целевой адресной рассылкой.

Уст. тираж 8 000 экз.

Подписано в печать 22.12.2008

## Редационный совет

**Хазиахметов Р. М.**, член правления ОАО «РусГидро»,  
управляющий директор БЕ «Инжиниринг»

**Альхименко А. И.**, д. т. н., профессор, декан СПбГПУ,  
зав. кафедрой гидротехнического строительства

**Беллендир Е. Н.**, д. т. н., генеральный директор  
ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева»

**Гладков Г. Л.**, д. т. н., профессор, ректор СПбГУВК

**Лошак В. К.**, генеральный директор ЗАО «Гидроэнергопром»

**Мигуренко В. Р.**, генеральный директор  
ОАО «Трест «Спецгидроэнергоремонт»

**Панин А. М.**, д. т. н., генеральный директор  
ОАО «ЛенморНИИпроект»

**Юркевич Б. Н.**, первый зам. генерального директора —  
главный инженер ООО «Ленгидропроект»

## Главный технический консультант

**Телешев В. И.**, д. т. н., профессор, советник ректора СПбГПУ

## Экспертный совет

**Аполлонов Ю. Е.**, зам. генерального директора —  
главный инженер ЗАО «Гидроэнергопром»

**Гарибин П. А.**, д. т. н., профессор, зав. кафедрой портов,  
строительного производства, оснований и фундаментов СПбГУВК

**Маркович Р. А.**, главный специалист ОАО «ЛенморНИИпроект»

**Мисюль А. С.**, зам. технического директора ООО «НПФ «Ракурс»

**Радченко В. Г.**, к. т. н., помощник научного руководителя  
«ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева»

**Станкевич В. Л.**, зам. генерального директора  
ОАО «Трест «Спецгидроэнергоремонт»

**Таймасханов А. М.**, управляющий строительными проектами  
ООО «Геоизол»

**Цвик А. М.**, к. т. н., заместитель главного инженера  
ООО «Ленгидропроект»

**Яблонский Г. А.**, к. т. н., главный инженер проекта  
ЗАО «Гидроэнергопром»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС2 – 7372 от  
07 февраля 2005 года выдано Федеральной службой по надзору за соблюдением  
законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия.

Использование любых информационных и иллюстративных материалов возможно  
только с письменного разрешения редакции.

Все рекламируемые товары и услуги имеют соответствующие сертификаты и  
лицензии. За содержание рекламных объявлений редакция ответственности не  
несет.

# ГИДРОТЕХНИКА



## Раздел 1

<b>ГИДРОЭНЕРГЕТИКА</b> .....	4–11
Четвертая научно-техническая конференция «Гидроэнергетика. Новые разработки и технологии» .....	5
Доклад Зубакина В. А. Стратегия развития гидроэнергетики России до 2030 года.....	7
Доклад Беллендира Е. Н. Научное сопровождение строительства и эксплуатации гидроэнергетических объектов.....	10

## Раздел 2

<b>ВНУТРЕННИЕ ВОДНЫЕ ПУТИ</b> .....	12–19
Черенков И. О. Волго-Балтийский водный путь .....	13
Гладков Г. Л. СПбГУВК. Подготовка кадров отрасли — наша стратегическая задача.....	18

## Раздел 3

<b>МОРСКИЕ СООРУЖЕНИЯ. ПОРТЫ</b> .....	20–25
Вотинов А. В., Сушко Ю. В. Выбор типа сооружений глубоководного причального комплекса для перегрузки нефтепродуктов в порту Туапсе .....	22

## Раздел 4

<b>СТРОИТЕЛЬСТВО, РЕМОНТ ГТС</b> .....	26–47
<b>Объекты</b> .....	28–34
Кураев С. Н. Комплекс сооружений защиты Санкт-Петербурга от наводнений .....	28
Василевский А. Г. Из истории строительства Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений. Вклад ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева в создание КЗС .....	32
Современное состояние строительства КЗС .....	34
<b>Технологии</b> .....	35–43
Радченко В. Г. Каменно-набросные плотины с асфальтобетонными диафрагмами.....	35
Давиденко В. М. Теоретические вопросы ремонта бетонных сооружений, находящихся под водой.....	39
Таймасханов А. М. Гидроизоляция кабельного туннеля и кабельной шахты Бурейской ГЭС .....	42
<b>Техника</b> .....	44–47



## Раздел 5

<b>СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАБОТЫ И ТЕХНИКА</b> .....	48–59
Дноуглубительные работы, техника .....	49–51
Подводно-техническое снаряжение и оборудование .....	52–57
Чупин А. Водолазные шлемы .....	52
Подводно-технические работы .....	58, 59

## Раздел 6

<b>ОБОРУДОВАНИЕ ГЭС</b> .....	60–67
Автоматизация ГЭС .....	61–64
Петров А. В. Комплексная автоматизация Саяно-Шушенской ГЭС и Майнского гидроузла .....	61
Гидросиловое оборудование. Эффективная организация работ .....	65–67
Мигуренко В. Р., Станкевич В. Л. Радикальные изменения в подходе к монтажу гидроагрегатов .....	65

## Раздел 7

<b>МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ</b> .....	68–86
Геосинтетические материалы .....	69–75
Гладштейн О. И. Особенности применения геосинтетических материалов в гидротехническом строительстве .....	69
Лупачев О. Ю., Телешев В. И. Применение геосинтетических материалов в гидротехническом строительстве в качестве противофильтрационных элементов плотин и дамб .....	71
Защита от коррозии .....	76–83
Павлов Ю. А. Мир красок .....	76
Jotun — мировой лидер в производстве защитных покрытий .....	80
Надежные высокотехнологичные антикоррозионные полиуретановые лакокрасочные материалы фирмы «Стилпейнт ГмбХ» .....	82
Добавки для бетонов .....	84–86
Невелева Н. И., Шатов А. Н. Противоморозные добавки для бетонов .....	84

## УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Вы держите в руках первый номер журнала «Гидротехника». Однако история этого проекта началась с ежегодного специализированного журнала-каталога «Техника для строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений», который издавался с 2005 года. Новый формат журнала — это новая ступень в развитии гидротехнической тематики на издательском рынке, идея его создания принадлежит вам, специалистам — читателям и авторам статей.

До сих пор ни одно периодическое издание не рискнуло объединить в себе все гидротехнические сооружения, независимо от их промышленного назначения, типа, расположения на реке или в морской акватории. Несомненно, это задача сложная, поскольку каждое ГТС работает на определенные цели, определенную область государственного хозяйства, наконец, в зависимости от функции, разные ГТС подчиняются разным ведомствам. Однако все гидротехнические сооружения объединяет их расположение на воде, общий научный подход к строительству и эксплуатации, общие принципы проектирования и возведения.

А главное, многие организации, обеспечивающие научные исследования, инженерные изыскания, проектирование, строительство, обслуживание ГТС, а также проектирующие и выпускающие технику, оборудование, узлы, производящие материалы, строительную химию, покрытия и т. д., имеют дело с сооружениями самого различного назначения — от гидроэлектростанции до... городского фонтана.

Соответственно, структура журнала складывается исходя из этой сложной задачи — объединить в одном информационном пространстве все классы ГТС, все виды работ и техники, а также не забыть о проблемах основных отраслей, использующих в наибольшей степени гидротехнические сооружения. Эту задачу до сих пор выполняли только учебники для первого курса профильных вузов!

Главное действующее лицо этого журнала — гидротехническое сооружение. Собственно, инженерным изысканиям, проектированию, технологиям строительства и сопутствующей технике и материалам посвящена основная часть журнала.



Первые два раздела задуманы для освещения развития (проблем, событий, мероприятий, проектов) ведущих отраслей гидротехники — гидроэнергетики и водно-транспортного хозяйства. Отдельный раздел посвящен морскому классу сооружений. Прежде всего это морские порты и сооружения на континентальном шельфе.

В разделе «Специальные работы и техника» мы объединили два больших класса техники и работ, связанных с этой техникой. Это дноуглубительная техника и подводно-техническое оборудование и снаряжение. Виды работ с применением вышеупомянутой техники встречаются в самых разных областях гидротехники. В частности, работы с применением водолазного снаряжения и подводно-технического оборудования необходимы при обследовании и ремонтных работах подводной части ГТС любого назначения, при обеспечении подводных работ на морских нефтегазопромыслах и т. д. Работы с помощью дноуглубительной техники проводятся при строительстве морских и речных портов, при создании каналов для прохода судов, выправлении русел и очистке дна рек и водоемов, добыче нерудных материалов, обустройстве нефтегазовых месторождений и прокладке подводных трубопроводов и т. д. Все это работы для разных промышленных целей, но их специализация связана исключительно с производством на воде.

Надеемся, журнал «Гидротехника» станет одним из приятных новогодних подарков для вас, наши читатели, и надеемся, этот подарок не будет входить в число «милых безделушек»!

*Главный редактор Марина Смирнова*

# 1.

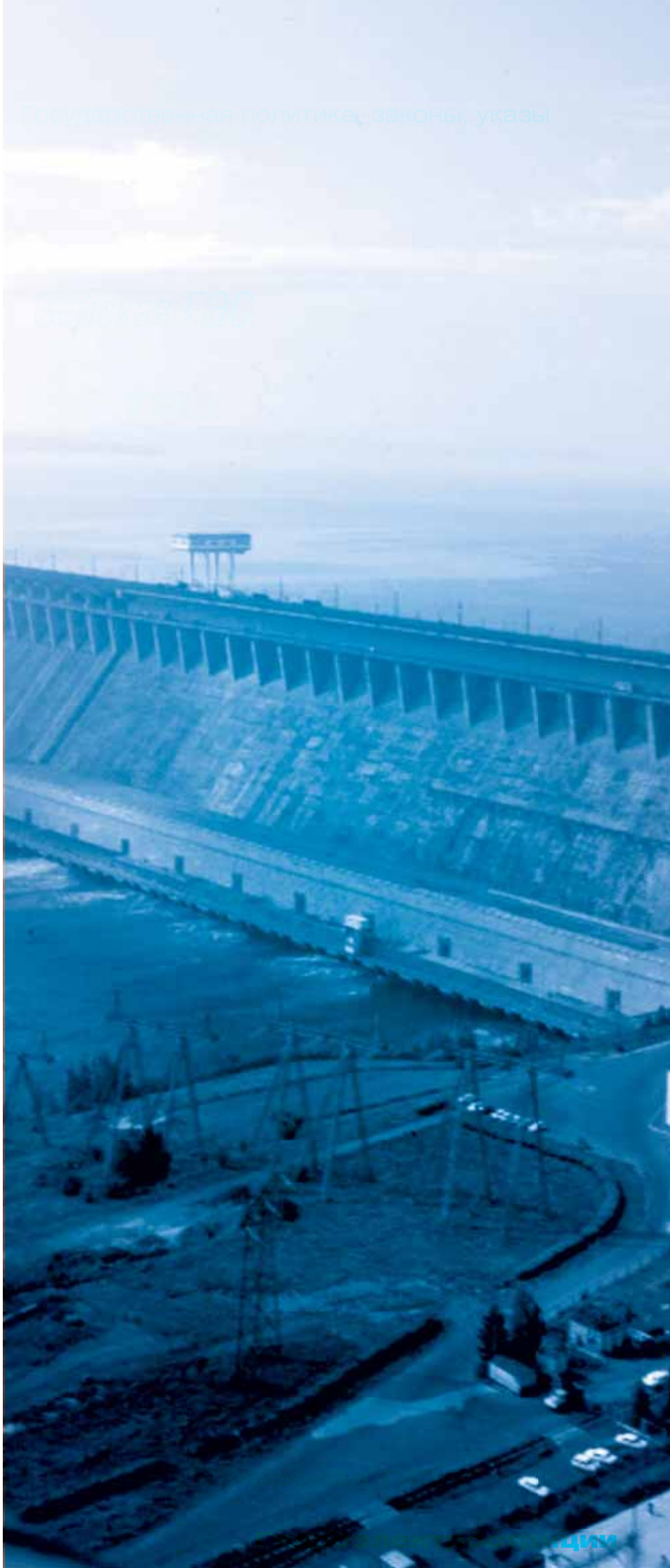
4–11

## ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

IV НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ  
«ГИДРОЭНЕРГЕТИКА.  
НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ  
И ТЕХНОЛОГИИ»

Государственная политика, законы, указы

Бюджет ГЭС



# IV НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ГИДРОЭНЕРГЕТИКА. НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ И ТЕХНОЛОГИИ»

*IV научно-техническая конференция «Гидроэнергетика. Новые разработки и технологии» прошла в Санкт-Петербурге с 20 по 22 ноября. Организаторами конференции выступили ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева», ОАО «РусГидро», НП «Гидроэнергетика России», ОАО «Ленгидропроект», ГОУ Санкт-Петербургский государственный политехнический университет.*



Конференция, которая ежегодно проводится с 2005 года, стала важным событием в жизни гидроэнергетики страны. Приветствие участникам конференции прислали министр энергетики РФ С. И. Шматко и заместитель министра энергетики В. Ю. Синюгин. Министр энергетики, в частности, подчеркнул в своем приветствии, что перед участниками конференции стоит ответственная задача: способствовать разработке механизмов реализации долгосрочной стратегии развития гидроэнергетики в соответствии с энергетической стратегией России. От того, какой энергетический потенциал сегодня будет создан в стране, в значительной степени будет зависеть развитие российской экономики в ближайшие годы.

В этом году конференция традиционно проходила на базе ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева» и Санкт-Петербургского государственного политехнического университета и собрала около 450 участников. Это специалисты более 50 организаций из Российской Федерации, а также гости из Украины, Белоруссии, Латвии, Азербайджана, Армении, Узбекистана, представители финского энергетического концерна «Фортум» и Vidro SystM Longueuil QC (Канада).

Участники конференции отметили возрастающий с каждым годом интерес к участию в мероприятии гидроэнергетиков страны и зарубежных участников, а также более активное участие молодых специалистов. Не остался незамеченным высокий уровень организации конференции, что сыграло немаловажную роль в создании комфортной атмосферы делового общения.

Открывало конференцию пленарное заседание, проходившее в зале Института международных образовательных программ (ИМОП, СПбГПУ).

На пленарном заседании были заслушаны доклады руководителей и ведущих специалистов в области гидроэнергетики и других видов возобновляемых источников энергии (ВИЭ), посвященные различным аспектам состояния и перспектив развития гидроэнергетики России и стран СНГ. С докладом выступил исполняющий обязанности председателя правления ОАО «РусГидро» Василий Зубакин («Стратегия развития гидроэнергетики до 2030 года» (стр. 7)), главный инженер ОАО «Ленгидропроект» Борис Юркевич («Современное состояние рынка гидроэнергетических объектов в России»), генеральный директор ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева»



**Состав президиума: Е. Н. Беллендир — генеральный директор «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева», М. П. Фёдоров — ректор Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, В. А. Зубакин — исполняющий обязанности председателя правления ОАО «РусГидро», Р. М. Хазиахметов — член правления ОАО «РусГидро», управляющий директор БЕ «Инжиниринг»**

Евгений Беллендир («Научное сопровождение строительства и эксплуатации гидроэнергетических объектов» (стр. 10)), и другие видные деятели гидроэнергетики и смежных отраслей.

Знаменательным событием на конференции стало торжественное награждение заслуженных ученых — ветеранов и перспективных молодых ученых, работающих в области гидроэнергетики, — премиями ОАО «РусГидро», а также подведение итогов ежегодного конкурса ОАО «РусГидро» на лучшую научно-исследовательскую работу в области гидроэнергетики 2008 года. Грамотами и премиями ОАО «РусГидро» были награждены девять заслуженных ветеранов-ученых и пять молодых ученых-гидроэнергетиков — сотрудников ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева», ОАО «НИИЭС», ОАО «Ленгидропроект», СПбГПУ, МГСУ. Были объявлены победители конкурса 2008 г. на лучшую научно-исследовательскую работу в области гидроэнергетики — НИР, представленные учеными ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева», ОАО «НИИЭС», ОАО «Ленгидропроект», ОАО «Бурейская ГЭС», ОАО «Сулак-энерго», институт «Гидропроект», ЦКБ МТ «Рубин». Победителям конкурса торжественно вручили грамоты и денежные премии.

После церемонии награждения состоялась пресс-конференция для представителей федеральных и региональных СМИ с участием исполняющего обязанности председателя правления ОАО «РусГидро» Василия Зубакина, председателя некоммерческого партнерства «Гидроэнергетика России» Расима Хазиахметова, генерального директора ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева» Евгения Беллендира.

На конференции работало шесть научных секций, на которых было заслушано и обсуждено около 120 докладов. На секционных заседаниях участниками конференции был поднят ряд вопросов, имеющих важное значение для дальнейшего развития отечественной гидроэнергетики и других видов возобновляемых источников энергии.

На заключительном пленарном заседании, которое проходило во ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, был обсужден проект итогового документа и приняты следующие решения:

- ♦ провести V научно-техническую конференцию «Гидроэнергетика. Новые разработки и технологии» в ноябре-декабре 2010 г.;
- ♦ рекомендовать организаторам шире привлекать к участию в работе конференции специалистов проектных, строительных, ремонтных, эксплуатационных организаций гидроэнергетики и смежных областей;
- ♦ рекомендовать для конференции 2010 г. дополнительно следующую тематику: ремонт и реконструкция объектов гидроэнергетики; разработка научно-обоснованных теоретических требований к проектированию, строительству, поставке оборудования для объектов гидроэнергетики; повышение эффективности использования объектов гидроэнергетики;
- ♦ считать целесообразным организацию и проведение в октябре 2009 г. в Москве четвертого Всероссийского совещания гидроэнергетиков.

Главной целью проведения подобных мероприятий является сохранение и развитие научного потенциала российской гидроэнергетики. «РусГидро» — единственная энергетическая компания в стране, которая проводит научные конференции, — заявил на встрече с журналистами Василий Зубакин. — Наша отраслевая наука не является способом удовлетворения любопытства за государственный счет! Она устроена очень цинично и экономически эффективно — мы финансируем только те исследования, которые дают экономический эффект. Конференция — не корпоративная игрушка «РусГидро», это серьезная научная отраслевая конференция, в которой принимают участие не только дочерние предприятия «РусГидро».

Если бы во всех отраслях российской экономики проводились такие конференции, мечты об инновационном развитии России реализовались бы», — подвел итог Василий Зубакин.



# СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ ДО 2030 ГОДА

ДОКЛАД В. А. ЗУБАКИНА, ИСПОЛНЯЮЩЕГО ОБЯЗАННОСТИ  
ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ПРАВЛЕНИЯ ОАО «РУСГИДРО»



За последний год с момента предыдущей конференции произошло многое в сфере гидроэнергетики. В начале 2008 года, в январе, была принята Правительством Генеральная схема развития электроэнергетики. Это документ, в котором есть балансовый расчет до 2020 года. В нем обозначены все площадки для строительства тепловых, атомных, гидростанций мощностью свыше 300 МВт, обозначены все основные магистральные сети, необходимые для выдачи мощности. Генеральная схема рождалась в больших муках, в больших дискуссиях, и доля гидростанций в балансе 2020 года в этом документе заложена всего лишь в размере 16%, даже с некоторым снижением относительно существующей доли. Но это не потому, что там нет строительства гидростанций, а потому, что там заложено очень мощное приоритетное строительство станций в атомной отрасли, угольных станций, некоторое сокращение существенной доли газовой генерации. И в этих 16%, что, казалось бы, меньше по своей удельной доле, есть те проекты, которые разрабатываются в наших проектных институтах. Это Южно-Якутский гидрогенерирующий комплекс, Эвенкийская ГЭС с контррегулятором, Мокская ГЭС, Матыгинская ГЭС и многие другие станции, которые должны обеспечить дальнейшее развитие гидроэнергетики до 2020 года.

В практической деятельности прошедший год ознаменовался успешным пуском шестого блока Бурейской ГЭС (конец 2007), а летом этого года (2008) на постоянном рабочем колесе пущен первый блок Бурейской ГЭС, добавлена мощность 150 МВт. И сегодня ночью (в ночь с 20 на 21 ноября) произойдет очень знаковое для нас событие — рабочее колесо для второго блока Бурейской ГЭС будет доставлено в аэропорт «Пулково» и оттуда гигантским самолетом-грузовиком AN-124 полетит к месту монтажа. Мы надеем-

ся, что второй блок на постоянном рабочем колесе в конце декабря будет запущен. В конце прошлого года, в декабре, произошли пуски, может быть, не такие крупные по масштабам, но очень знаковые: в ноябре прошлого года был запущен первый российский одномогаваттный ветроагрегат в Калмыкии, были пущены малые ГЭС по новой технологии и в рамках программы малых ГЭС, которую развивает «Рус-Гидро» в Дагестане.

За прошедший год серьезно продвинулось строительство Богучанской ГЭС. Первое рабочее колесо для первого блока в навигацию доставлено на строительную площадку и готовится к монтажу. Все работы по строительству Богучанской ГЭС и алюминиевого завода, связанного технологически с Богучанской ГЭС, идут по графику.

Не менее, а может быть, даже более важным является все то, что происходило в области реформы электроэнергетики. 30 июня 2008 года завершена реструктуризация РАО «ЕЭС России». В ночь с 30 июня на 1 июля РАО «ЕЭС России» прекратило существование. Все те компании, которые созданы в результате реформирования РАО «ЕЭС России»: генерирующие, сетевые, бытовые, — работают в штатном режиме, генерирующие компании — ДДК и ОГК — получили стратегических частных инвесторов. В их состав вошли крупнейшие мировые энергетические компании.

Что происходит с рынком электроэнергии? Сегодня мы имеем уже долю либерального рынка энергии 25%. С 1 января 2009 года доля либерального рынка электроэнергии, торгующей электроэнергией по свободным ценам будет уже 30%. С 1 июля 2009 года доля свободного рынка достигнет 50%. Такими шагами, такими этапами решается задача полной либерализации рынка электроэнергии в 2011 году.

Для гидроэнергетиков, для тех, кто занимается проектированием, строительством, эксплуатацией гидроэнергетиче-

ских объектов, — очень значим не только рынок электроэнергии, но в первую очередь рынок мощности, который должен дать правильные экономические сигналы для привлечения инвестиций в отрасль. Не секрет, что мы, за малым исключением — за исключением Богучанской ГЭС, за исключением малых ГЭС, — по-прежнему не используем в строительстве гидроэлектростанций частные инвестиции, по-прежнему это целевые инвестиционные средства, бюджетные средства — все то, что в той или иной степени связано с государством. Рынок мощности, так называемый короткий рынок мощности, который будет работать в ближайшие годы, уже запущен, соответствующее постановление Правительства подписано и вошло в действие. Сейчас идет дискуссия по так называемому длинному рынку и по месту в этом рынке мощности такого специфического и важного вида энергетического бизнеса, как гидрогенерация.

На смену РАО «ЕЭС России» в результате реформирования пришел иной центр власти в отрасли, создано отдельное Министерство энергетики, в котором сосредоточено управление всем топливно-энергетическим комплексом, не только электроэнергетикой, но и нефтью, газом, угольной отраслью. И нужно сказать, что для «РусГидро», для всех гидроэнергетиков очень значимо то, что заместителем министра энергетики стал Синюгин Вячеслав Юрьевич, который еще до лета возглавлял «РусГидро». В зоне ответственности Вячеслава Юрьевича Синюгина вся деятельность электроэнергетиков: как операционная деятельность — надежность, безопасность, эксплуатация, — так и инвестиционная деятельность и перспективы электроэнергетики.

Создан совет рынка. В соответствии с законодательством по электроэнергетике создан высший орган электроэнергетического рынка, саморегулирующаяся организация — совет рынка, которая устанавливает правила игры на рынке электроэнергии. Совет рынка включает в себя генераторов, представителей потребителей, бытовые компании, и включает в себя достаточно серьезную группу представителей государства, представителей министерств, ведомств, ответственных за электроэнергетику.

Начался инвестиционный процесс. К моменту завершения деятельности РАО «ЕЭС России» ответственность за пуск, за проектирование и строительство объектов электроэнергетики, объектов генерации легла уже на новых собственников, которые, приобретая акции территориальных и оптовых генерирующих компаний, сразу подписывались под юридической обязанностью и обязательствами по строительству и пуску объектов в соответствии с Генеральной схемой развития электроэнергетики.

Очень важное событие, которое произошло в ноябре прошлого года (2007), — это внесение изменений в Федеральный закон об электроэнергетике, а именно появилась специальная глава, специальный раздел о поддержке возобновляемых источников энергии.

Это принятие на федеральном уровне долгосрочной программы основных направлений повышения энергоэффективности за счет развития возобновляемых источников энергии. Документ федерального уровня должен установить долю мощности и выработки российской электроэнергетики за счет возобновляемых источников энергии в ближайшее десятилетие.

Заложено механизм поддержки всех видов возобновляемых источников через создание специальной надбавки к оптовой цене, к рыночной цене, и размер этой надбавки должен устанавливаться в зависимости от необходимости увеличения доли того или иного вида возобновляемых источников: гидроэлектростанций, ветроэлектростанций, геотермальных станций — в об-

щем балансе. Очень важно, что закон установил баланс между рыночными механизмами поддержки (ведь надбавка, в соответствии с этим законом, будет к рыночной цене на электрическую энергию) и механизмом стимулирования. В частности, в законе есть такие меры, как обязательство сетевых компаний покупать электроэнергию на компенсацию потерь у возобновляемых источников энергии, обязательство федерального Правительства, федерального бюджета по компенсации стоимости присоединения возобновляемых источников энергии к сетям. Закон этот принят, и сейчас ведется работа над подзаконными актами, конкретизирующими и детализирующими виды поддержки возобновляемых источников всех видов.

Очень важным и значимым для нашего научно-технического комплекса энергетиков России был один из первых указов президента Дмитрия Анатольевича Медведева — указ об энергоэффективности. В этом указе впервые поставлена конкретная задача — снижение удельной энергоёмкости российской экономики к 2020 году на 40%. Это сверхамбициозная, сверхважная и серьезная задача. Во исполнение этой задачи все энергетические компании с государственной формой собственности на своих советах директоров за последующие полгода, с июня прошлого года, приняли соответствующие программы энергоэффективности: рост энергоэффективности, снижение потерь, повышение эффективности компаний. Такая программа принята и в «РусГидро». Она предполагает достаточно много самых разных серьезных мер. Любая тема в области энергоэффективности требует не только организационных усилий, не только инвестиционных вложений, но и серьезного технологического перевооружения, использования современных технологических подходов.

Очень важным и значимым, но, может быть, не совсем публичным мероприятием и не вошедшим в прессу и сознание многих участников развития гидроэнергетики, было совещание в Ростове, которое проводил председатель правительства Путин Владимир Владимирович. Там были приняты серьезные решения. Например, о том, что будет разрабатываться водная стратегия России, которая в свою очередь должна стать инструментом согласования в текущей деятельности, а самое главное, в перспективе, интересов самых разных водопользователей. Не секрет, что сегодня гидроэнергетики очень часто находятся в сложных и даже конфликтных ситуациях с остальными водопользователями: с теми, кто отвечает за использование воды в сельском хозяйстве, с теми, кто отвечает за экологию, за рыбное хозяйство. Потери компании «РусГидро» от потенциальной выработки и потенциальных доходов измеряются миллиардами киловатт-часов, миллиардами рублей каждый год и на Волжско-Камском каскаде, и на других объектах гидроэнергетики.

Каким образом оптимизировать и дать максимальный эффект для страны с учетом интересов и в текущей деятельности, и в определении гидрорежимов в каждый конкретный период — паводков или межени, и каким образом оптимизировать баланс этих интересов на перспективу — задача той работы, которая сейчас ведется. Например, восстановление системы гидрологических постов и соответственно снижение рисков водности, снижение технологических потерь и повышение безопасности в результате предсказуемости гидрорежимов наших объектов. Решение проблемы отселения незаконно заселившегося населения в потенциально опасных для затопления зонах. И многое другое. Все это попало в протокол совещания в Ростове-на-Дону, в этом направлении идет интенсивная работа, в которой принимают участие в том чис-

ле компании, привлеченные через заказы, заявки «РусГидро».

Надо сказать и о таких вещах, которые являются проблемными, неприятными и которые серьезно сдерживают развитие российской гидроэнергетики.

Прежде всего это кризисные явления, которые сейчас появились в экономике. Нужно сказать, что в целом в электроэнергетике, не только в «РусГидро», в ближайшее время пройдет замедление инвестиционного процесса.

Связано это в первую очередь с тем, что произойдет некоторое замедление темпов роста потребления. В настоящее время существуют прогнозы, исходящие из различных темпов роста и различных цен на энергоносители, на нефть, на газ, соответственно различного объема валового национального продукта, национального дохода, в зависимости от которых и меняется потребление электрической энергии. И понятно, что сейчас при уточнении и корректировке энергетической стратегии до 2030 года (а сейчас этот процесс идет), при уточнении и корректировке Генеральной схемы (а подготовка Генеральной схемы тоже ведется) необходимо учесть эти новые реалии.

Конечно, никто не может сказать, какое время займет спад в черной металлургии, никто не может сказать, когда восстановятся те темпы роста потребления, которые есть, и в каком регионе это будет. Но соответствующие расчеты делаются. Понятно, что бытовое потребление, потребление населения, социальной сферы, жилищно-коммунального хозяйства падать не будет. Скорей всего, не будет падать энергопотребление в ряде других отраслей, связанных с легкой, пищевой промышленностью. Seriously падает энергопотребление в черной и цветной металлургии, а также в связанных с этим отраслях. Например, железнодорожный транспорт прогнозирует на следующий год снижение на 6% объема перевозок, соответственно это повлечет за собой на несколько процентов снижение потребления электроэнергии в железнодорожном транспорте.

Есть позитивная сторона в этих кризисных явлениях, а именно — происходит снижение цен на основные конструкционные, инвестиционные товары, такие как цемент, ассоционный металл, горюче-смазочные материалы. Соответственно должны снижаться цены на услуги подрядных организаций. И компания «РусГидро» готовит сейчас уточнения своей программы на 2009–2011 годы, закладывая туда снижение издержек в области строительства. Надо сказать, что уточнением своих инвестиционных программ занимаются все организации электроэнергетики. В ближайшее время эти инвестиционные программы будут обсуждаться на правительственном уровне.

Стратегические зарубежные инвесторы уведомляют о том, что будут продолжать инвестиции в российскую электроэнергетику. «РусГидро» в свою очередь будет продолжать инвестиции в безусловно приоритетные объекты, такие как Богучанская ГЭС, Загорская гидроаккумулирующая станция № 2. Все эти объекты будут строиться, поскольку они нужны для Единой энергетической системы России, для баланса, надежности, безопасности и целостности. При этом ключевая задача на предстоящий год — это повышение операционной эффективности компании, снижение затрат и издержек во всех сферах деятельности, не только в инвестиционной, но и в текущей деятельности. Для «РусГидро» задача энергоэффективности, которую поставил президент России, — вопрос стратегического выживания компании. Чем больше удастся снизить издержки на каждый куб бетона, на стоимость оборудования с помощью конкурсных торгов, с помощью оптимизации схем финансирования и в процессе нового строительства и в процессе реконструк-

ции, — тем больше надежд и шансов на ускоренное развитие гидроэнергетики.

И серьезное место в этом вопросе, конечно, принадлежит научно-проектному комплексу. За прошедший год произошли структурные изменения в «РусГидро»: создана бизнес-единица «Инжиниринг», которую возглавляет Расим Максумович Хазиахметов, в своем составе имеющая два проектных института: «Ленгидропроект» и московский областной «Гидропроект»; два научно-исследовательских института: ВНИИГ, НИИЭС — где сосредоточены самые лучшие научные кадры (не считая тех, которые в учебных заведениях страны); организаторская строительная компания «ЭСКО»; две серьезные подрядные организации с богатой историей и большим опытом «Чиркейгэсстрой» и «Устьсреднекамгэсстрой»; пять серьезных крупных ремонтных организаций. Задача инжинирингового опыта — это обеспечить повышение эффективности как в инвестиционном процессе, так и в текущей операционной деятельности.

Научно-технический совет «РусГидро» является органом концентрации всей существующей в отрасли компетенции и работает в тесном контакте с научно-техническим советом электроэнергетики в целом. Научно-технический совет «РусГидро» является серьезным местом не только для обсуждения каких-то долгосрочных стратегических вопросов, но и для рассмотрения тех проектов, которые выдают проектные институты, результатов изысканий и всех научно-технических, технологических продуктов, которые в компании появляются.

Важным шагом для развития тематики возобновляемых источников энергии было подписание председателем Правительства Путиным В. В. в июне этого года постановления о порядке квалификации возобновляемых источников. Есть надежда, что к моменту проведения следующей конференции в 2009 году появятся подзаконные акты и другие документы, касающиеся области возобновляемых источников энергии, и они из мечты и надежды превратятся в реальность, и начнется бум развития возобновляемых источников энергии.

К сожалению, нам не удалось выйти на проектную мощность полтора мегаватта в процессе испытаний Малой Мезенской приливной станции на ортогональном агрегате. Жизнь оказалась сложнее, выявились моменты нелинейности зависимости между уровнем напора на приливной станции и мощностью. И сейчас хотелось бы пожелать успеха ученым Научно-исследовательского института энергетических сооружений, которые продолжают работать над этой тематикой и которые должны решить проблему создания эффективных, надежных приливных агрегатов, поскольку в стратегической перспективе приливная энергетика должна развиваться.

Надо сказать, что дефицит идей в области энергоэффективности существует, и он связан с тем, что идеи в области повышения эффективности должны сами по себе быть эффективными и окупаемыми. Необходимо, чтобы те предложения, которые появляются, имели бы под собой и экономическую эффективность, чтобы экономия каждого киловатт-часа на наших энергетических объектах теми или иными способами давала экономию рубля, и это особенно ценно в современных условиях кризисных явлений мировой и нашей экономики.

Как бы ни развивались дальнейшие события, безусловно, место гидроэнергетики в Генеральной схеме, в энергостратегии всегда будет центральным и Единая энергетика развиваться будет. Может быть, менее быстрыми темпами, чем нам казалось год назад, но компания «РусГидро» не отказывается ни от одного своего проекта и намерена двигаться вперед, опираясь на свой научный и технический потенциал.

# НАУЧНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

ПО МАТЕРИАЛАМ ДОКЛАДА ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА  
ОАО «ВНИИГ ИМ. Б. Е. ВЕДЕНЕЕВА» Е. Н. БЕЛЛЕНДИРА

10



Доклад посвящен вопросам научного сопровождения строительства и эксплуатации гидроэнергетических объектов и ряду гидротехнических и других уникальных объектов, которые также требуют существенного вклада науки в их реализацию. Это Комплекс защитных сооружений Петербурга от наводнений, проекты платформы на шельфе Сахалин-1, Сахалин-2, некоторые объекты атомной энергетики, а также общественно-деловой центр «Охта-Центр» в Санкт-Петербурге.

Доклад начался с анализа эксплуатационного водосброса **Бурейской ГЭС**, в проекте которого были допущены ошибки, влекущие за собой: неудобство конструкции, высокую стоимость строительства, недостаточную надежность эксплуатации в суровых климатических условиях, увеличение сроков строительства гидроузла, а также возможность существенного размыва русла и подмыва левого берега реки.

В результате модельных исследований, проведенных специалистами ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, было предложено отказаться от пяти разделных стен и сделать виражи — трамплины в крайних пролетах для отклонения потока к центру русла. Данная конструкция была реализована. В сентябре состоялся пробный пуск, который показал достаточную эффективность и надежность принятых решений. Сегодня во ВНИИГ выполняется компьютерное моделирование для уточнения и проверки условий пропуска сбросных расходов, а также режимов течения в нижнем бьефе.

Кроме того, в процессе строительства эксплуатационного водосброса Бурейской ГЭС использовались и технологии получения влажно- и водонепроницаемой бездефектной поверхности бетона с применением специальных материалов. Для всех элементов бетонной плотины и элементов гидроузла из бетона предложено отработать новый метод оценки качества бетона, что существенно и важно для понимания состояния построенного сооружения.

В настоящее время на Бурейской ГЭС внедрены и реализуются **автоматизированные системы сейсмометрического контроля**, составлены необходимые алгоритмы и сервисные программы, которые работают как в ускоренном режиме, так и позволяют выполнять детальный анализ в случае сейсмических событий. Выполняется также оценка состояния элементов плотины, противофильтрационного контура.

Важной работой является внедрение **системы автоматизированного контроля ГТС**. Создание специальных математических моделей позволяет вести наблюдения за гидротехническими сооружениями в течение всего жизненного цикла, начиная с процесса строительства, с возможностью в любой момент получить необходимые данные, в том числе с историей возведения, его состояния и влияния тех или иных воздействий, которые испытывало сооружение.





В докладе упоминались работы ВНИИГ на таких объектах как Ирганайская, Богучанская, Усть-Среднеканская ГЭС. В связи с этим прозвучало заявление о необходимости комплексного подхода к процессу проектирования, строительства и управления проектами, необходимости планировать комплекс работ с учетом того финансирования и тех ключевых дат, которые должны быть реализованы.

Благодаря тем мерам, которые сегодня приняты в «РусГидро» по отношению к научным организациям, ВНИИГ им. Веденеева получил определенный набор финансовых средств для приобретения программных продуктов и нового оборудования, измерительных комплексов для гидравлических исследований, для исследований бетона, грунтов и так далее. Все это позволяет институту, с одной стороны, эффективно применять это на объектах энергетики, а с другой — создает очень благоприятные условия для продвижения своих продуктов и на другие уникальные объекты, такие как **сооружения на шельфе**.

Институт продолжает участвовать в реализации проектов Сахалин-1 и Сахалин-2, на последнем уже началась эксплуатация объектов. Сейчас решается вопрос мониторинга этих сооружений, обеспечения долговечности и безопасности. ВНИИГ выиграл конкурс на проведение этих работ, в том числе, благодаря обновленному техническому оснащению.

На проекте Сахалин-1 ведется подготовка плана проекта. Это детальный план, который расписывает этапы проекта от момента ввода сооружения в эксплуатацию до всех текущих моментов, связанных с проектированием, и позволяет отслеживать отклонение от проекта, от всех контрольных точек и оценивать риски, связанные с теми или иными отклонениями. Такая подробная процедура для института достаточно неожиданная. Но, тем не менее, это позволяет двигаться по проекту с учетом максимального, эффективного и быстрого его принятия, видоизменения или изменения принципиально, в зависимости от разных обстоятельств, включая и ограничения по финансированию и какие-то иные моменты, связанные с задержкой, влияющей на конечный результат продукта и его получение.

Также для этого проекта институт проводит лабораторные испытания грунтов и оснований. Это достаточно интересные объекты, но сложные в работе. Здесь институту важно доказать состоятельность и компетентность российских компаний для привлечения к проекту своих же коллег.

Следующим пунктом из перечня работ ВНИИГ им. Веденеева являются объекты **атомной энергетики**. Специалистами института выполнены интересные работы, позволившие добиться реального экономического эффекта, в частности на площадке Ленинградской АЭС-2 второй очереди, где была доказана возможность существенного снижения затрат на дренажи или водопонижения до начала строительства.

Достаточно большой объем работ выполнялся институтом на сооружениях **комплекса защиты Санкт-Петербурга от наводнений**. Решена проблема малой эффективности запроектированной в 90-х годах конструкции батопорта судопропускных сооружений. На основе модельных исследований специалистами ВНИИГ им. Веденеева получен новый вариант конструкции, который существенно повысил эффективность сооружений и позволил использовать заказанные на ранее запроектированный батопорт 6 тыс. т металлоконструкций. В настоящее время судопропускные конструкции находятся в работе.

Планируемое уникальное сооружение Санкт-Петербурга «Охта-Центр» — также объект ВНИИГ. Институт выиграл тендер на научное сопровождение и строительный контроль этого объекта и проводит широкий комплекс работ, включая инженерно-геологические изыскания и исследования грунтов, проверку основных конструктивных решений, подбор специального состава бетона высоких классов Б-80, Б-90. Заказчик проекта выделил институту 13 миллионов рублей на закупку оборудования.

Однако не все проблемы решают деньги. Остро стоит **вопрос о подготовке кадров**. На объекты российского рынка все чаще приходят иностранные компании. Сегодня они являются и заказчиками института, они выполняют и надзорные функции. И уже сейчас, готовя кадры, необходимо учиться работать по различным зарубежным стандартам, которые используются той или иной компанией, а также поднимать уровень изучения иностранного языка. Для того чтобы удержаться на своем рынке, не говоря о выходе на зарубежный, этой проблемой необходимо специально заниматься уже сейчас.

В заключительной части доклада прозвучали его ключевые моменты:

- ♦ сегодня является очевидной востребованность грамотного и современного научно-технического инженерингового сопровождения;
- ♦ в ближайшее время необходимо начать переход к современным методам планирования ПИР и НИР для каждого объекта с учетом сроков, ключевых точек и т. д.;
- ♦ необходимы вложения в развитие экспериментальной базы и подготовку кадров, что является одним из важнейших инструментов повышения конкурентоспособности и эффективности как на существующем рынке, так и при выходе на новые рынки внутри страны и за рубежом;
- ♦ можно отметить значительный эффект на конкретных объектах от реализации передовых и обоснованных конструктивных технологических решений, разработанных ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева.

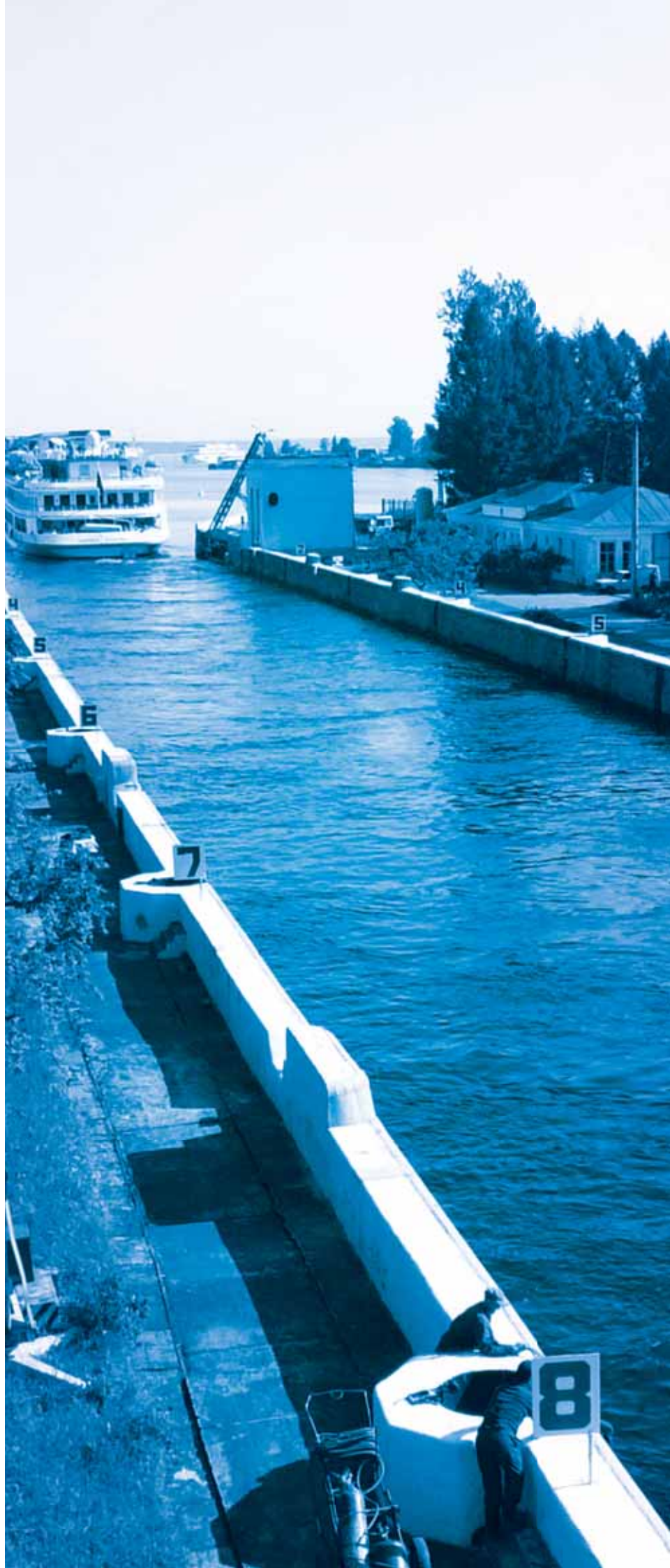


# 2.

12–19

## ВНУТРЕННИЕ ВОДНЫЕ ПУТИ

ВОЛГО-БАЛТИЙСКИЙ  
ВОДНЫЙ ПУТЬ





**Черенков И. О.,**  
главный гидротехник службы  
гидросооружений и энергетики  
ГБУ «Волго-Балт»

ГБУ «Волго-Балт» — одно из ведущих воднотранспортных предприятий России. Оно обеспечивает эксплуатацию и развитие внутренних водных путей, а также государственное регулирование работы речного транспорта на территории семи субъектов Российской Федерации — Ленинградской, Новгородской, Вологодской, Псковской и Калининградской областей, города Санкт-Петербурга и частично Республики Карелии.

Именно здесь начиналась история создания российских искусственных водных путей. С основанием г. Санкт-Петербурга по Указу Петра I было начато сооружение Вышневолоцкой водной системы, соединившей в 1708 г. реку Волгу с Балтийским морем. Этот первый Волго-Балтийский водный путь служил стране более 100 лет. В начале XIX века были открыты для судоходства еще две водные системы на этом межбассейновом соединении — Мариинская (1810 г.) и Тихвинская (1811 г.). Наиболее полноводной и удобной для судоходства оказалась Мариинская водная система, которая стала быстро развиваться и совершенствоваться и, заняв ведущее положение, обеспечивала пропуск речных судов между Волгой и Балтикой более полутора веков.

Современный Волго-Балтийский водный путь вступил в строй 27 октября 1964 года. Он представляет собой систему судоходных рек, озер, каналов и гидротехнических сооружений на участке от г. Санкт-Петербурга до г. Череповца на Рыбинском водохранилище общей протяженностью 860 км.

Комплекс судоходных гидротехнических сооружений Волго-Балта включает 11 высоконапорных шлюзов, 3 гидроэлектростанции, 4 водосброса, 25 земляных плотин и дамб. Основным назначением этих сооружений является обеспечение судопропуска и поддержание судоходных глубин.

Непосредственную эксплуатацию СГТС осуществляют филиалы ГБУ «Волго-Балт»: Свирский район гидросооружений и судоходства (Ленинградская область), Вытегорский и Шекснинский районы гидросооружений и судоходства (Вологодская область).

Основными СГТС Волго-Балта являются судоходные шлюзы: 10 шлюзов основной трассы и один шлюз на р. Волхов.

В эксплуатации СРГС находятся Волховский, Нижне-Свирский и Верхне-Свирский шлюзы.

В эксплуатации ВРГС находятся шлюз № 1 (в составе Вытегорского гидроузла), шлюз № 2 (в составе Белоусовского

гидроузла), шлюзы №№ 3, 4 (в составе Новинкинского гидроузла), шлюзы №№ 5,6 (в составе Девятинского гидроузла).

В эксплуатации ШРГС находятся шлюзы №№ 7, 8 (в составе Шекснинского гидроузла).

#### **Местонахождение шлюзов:**

- ♦ Волховский шлюз — г. Волхов, Ленинградская область;
- ♦ Нижне-Свирский шлюз — п. Свирьстрой, Лодейнопольский р-н Ленинградской области;
- ♦ Верхне-Свирский шлюз — г. Подпорожье, Ленинградская область;
- ♦ шлюз № 1 — г. Вытегра, Вологодская область;
- ♦ шлюзы №№ 2–6 — Вытегорский район Вологодской области;
- ♦ шлюзы №№ 7, 8 — п. Шексна, Вологодская область.

## **Краткая информация о шлюзах**

### **Волховский шлюз**

Введен в эксплуатацию 28 июля 1926 года. Входит в состав одноименного гидроузла. Собственником руслового здания ГЭС, водосливной плотины и донного водоспуска является ОАО «ТГК-1».

Представляет собой однопортовый однокамерный судоходный шлюз, расположенный на р. Волхов в 27 км от устья, в верхнем бьефе между правым берегом и зданием ГЭС. Нижняя голова лежит в створе основных подпорных сооружений.

Система питания — распределительная. Наполнение и опорожнение камеры производится через продольную донную галерею, снабженную 29-ю щелевыми отверстиями, с забором воды из аванкамеры ГЭС и сбросом в нижний подходной канал.

Камера шлюза оборудована плавучими рымами для ошвартовки судов с целью безопасного отстоя при наполнении или опорожнении камеры. Верхние и нижние основные ворота шлюза — двустворчатые.

Полезные размеры камеры: длина — 144,5 м, ширина — 17,07 м.

### **Нижне-Свирский шлюз**

Введен в эксплуатацию 17 июня 1933 года. Входит в состав одноименного гидроузла. Собственником руслового здания ГЭС, водосливной плотины, левобережной и правобережной земляных дамб является ОАО «ТГК-1».



Схема Волго-Балтийского водного пути

Представляет собой однониточный однокамерный судоходный шлюз, расположенный на р. Свирь на 1087 км (Атлас единой глубоководной системы европейской части России, том 3) в нижнем бьефе между левым берегом и зданием ГЭС. Верхняя голова лежит в створе основных подпорных сооружений.

Система питания — распределительная. Наполнение и опорожнение камеры производится через 2 продольные галереи сечением 4,0×4,10 м, расположенные в стенах шлюза, с 46-ю поперечными выпусками в камеру. Галереи берут начало в шкафной части верхней головы и заканчиваются каждая 3-мя отверстиями в пределах упорной части нижней головы.

Камера шлюза оборудована 18-ю плавучими рымами. Верхние и нижние основные ворота шлюза — двустворчатые.

Полезные размеры камеры: длина — 198,0 м, ширина — 21,5 м.

#### Верхне-Свирский шлюз

Введен в эксплуатацию 10 мая 1952 г. Входит в состав одноименного гидроузла. Собственником руслового здания ГЭС, водосливной и земляной плотины является ОАО «ТГК-1».

Представляет собой однониточный однокамерный судоходный шлюз, расположенный на р. Свирь на 1042 км (по Атласу единой глубоководной системы европейской части России, том 3) между левым берегом и зданием ГЭС. Нижняя голова лежит в створе основных подпорных сооружений.

Система питания — распределительная. Наполнение и опорожнение камеры производится через щелевые отверстия четырех продольных донных галерей. Вода при наполнении камеры подается в продольные галереи с двух концов — со стороны верхней головы (из реки) и нижней головы (из аванкамеры ГЭС). Сброс воды производится через галереи опорожнения в отводящий канал ГЭС, отделенный от подходного канала шлюза причально-разделительной стенкой.

Камера шлюза оборудована 26-ю плавучими рымами. Верхние основные ворота — подъемно-опускные, нижние основные ворота — двустворчатые.

Полезные размеры камеры: длина — 281,0 м, ширина — 21,5 м.

#### Шлюзы №№ 1–7 Волго-Балтийского водного пути

Были введены в постоянную эксплуатацию в период с 21 ноября 1963 года по 27 октября 1964 года.

Они пришли на смену 43-м шлюзам Мариинской системы, к тому моменту физически и морально устаревшей. Длина камер шлюзов этой системы составляла 32 м, ширина — 9 м, глубина допускала проход судов с осадкой 1,24 м.

После строительства Волховского и Нижне-Свирского гидроузлов, создания воднотранспортной системы Беломоро-Балтийского канала в 1933 году, соединившего Балтийское море с морями Северного Ледовитого океана, канала имени Москвы в 1937 году, Волго-Донского судоходного канала в 1952 году и строительства Верхне-Свирского гидроузла, Мариинская система являлась главным препятствием расширения водных перевозок в Европейской части России.

Шлюзы №№ 1–7 представляют собой однокамерные однониточные (за исключением шлюза № 7) судоходные шлюзы, расположенные на 879 км, 869 км, 863 км, 862 км, 861 км, 855 км, 595 км (Атлас единой глубоководной системы европейской части России, том 3) соответственно. Размещены в нижних бьефах.

Конструктивно они мало отличаются друг от друга. Основным различием является конструкция камер шлюзов: у шлюзов №№ 1–3, 6, 7 — камеры с разрезным днищем; у шлюзов №№ 4, 5 — камеры докового типа.

Система питания шлюзов — головная. Наполнение камер происходит из-под основных подъемно-опускных ворот. Опорожнение производится через обходные водопроводные галереи в устьях нижней головы.

Гашение энергии потока при наполнении осуществляется в камере гашения. Система гашения состоит из железобетонного экрана корытообразного типа, порога и горизонтальных балок-гасителей, представляющих собой вертикальную решетку из горизонтально уложенных сборных железобетонных балок, имеющих трапециевидное сечение. Сверху балки-гасители прикрыты плитой. Опорами





Шлюз № 4. На заднем фоне шлюз № 5

для экрана и балок-гасителей служат два промежуточных бычка и устои головы.

Выравнивание скоростей происходит на вертикальной решетке, а затем на успокоительном участке, которым является переходный участок верхней головы.

Камеры шлюзов оборудованы 26-ю плавучими рымами. Верхние основные ворота — подъемно-опускные, нижние основные ворота — двустворчатые.

#### Полезные размеры камер шлюзов №№ 1–7:

№ шлюза	Полезная длина камеры, м	Полезная ширина камеры, м
1	268,9	17,86
2	269,9	17,84
3	264,0	17,93
4	264,0	17,82
5	264,0	17,75
6	263,6	17,82
7	265,67	17,93

#### Шлюз № 8

Введен в эксплуатацию 30 июня 1990 года. Является второй ниткой Шекснинского гидроузла. Шлюз № 7 — правая нитка, шлюз № 8 — левая. Угол между осями шлюзов 6°, расстояние между осями в створе верхней грани верхней головы 170 м.

Представляет собой однокамерный судоходный шлюз, расположенный в нижнем бьефе. Система питания — головная, аналогичная шлюзам №№ 1–7. Камера шлюза докового типа, оборудована 30-ю плавучими рымами. Полезная длина камеры — 310,0 м, полезная ширина — 21,5 м. Верхние основные ворота — подъемно-опускные, нижние основные ворота — двустворчатые.

#### Техническое состояние сооружений

Шлюзы Волго-Балтийского водного пути находятся в эксплуатации длительное время: шлюзы №№ 1–7 — 44 года, Волховский шлюз — 82 года, Нижне-Свирский — 75 лет, Верхне-Свирский — 56 лет.

Катастрофически недостаточное бюджетное финансирование в период с начала 90-х по 2003 гг. привело к значительному снижению безопасности СГТС ГБУ «Волго-Балт».

Резко увеличился объем «отложенных» работ на судоходных шлюзах. Площади разрушений бетонных конструкций в несколько раз превысили объемы проводимых ремонтов.

В 1992 году, после первого обрушения 26 п/м одной из секций нижней причально-разделительной стенки Верхне-Свирского шлюза, когда три бетонных массива общим весом около 300 тонн упали на дно подходного канала, уменьшив его ширину на 15 м, причал был выведен из эксплуатации. Большинство причальных сооружений шлюзов №№ 1–6 выведены из работы либо имеют ограничения в эксплуатации в связи с аварийным состоянием.

Металлоконструкции основных и ремонтных ворот шлюзов, затворов опорожнения, их пути и закладные части подверглись коррозионному износу.

Вынужденно оставалось в эксплуатации все большее количество элементов электромеханического оборудования, находящихся в ограниченном для эксплуатации состоянии.

Практически полностью был израсходован аварийно-снижаемый запас частей, деталей и материалов. Вышло из строя значительное количество контрольно-измерительной аппаратуры.

Резко сократились объемы эксплуатационного землерпания по восстановлению габаритов пути до гарантированных.

От полного развала Волго-Балт спасло отношение специалистов, работающих на сооружениях и путях, руководства районов гидросооружений, районов водных путей и судоходства и ГБУ, которое подобно отношению любящих родителей к своим больным детям.

Профессионализм, богатый трудовой и жизненный опыт эксплуатационников, грамотное исполнение ими своих обязанностей позволили в тяжелейших для страны финансово-экономических и политических условиях сохранить сооружения, обеспечивающие функции своего главного назначения.



#### Шекснинский гидроузел.

Слева направо: Шекснинская ГЭС, шлюз № 7, шлюз № 8

В начале XXI века ситуация изменилась. Благодаря значительному увеличению финансирования по 225 ст. «Услуги на содержание имущества» ГБУ «Волго-Балт» были развернуты ремонтные работы, несравнимые по масштабам с ремонтами предыдущих лет.

#### Основные выполненные работы:

- ♦ строительство пришлюзового причала в нижнем бьефе НСШ (2006 г.);
- ♦ капитальный ремонт нижней причально-разделительной стенки ВСШ (2007 г.);
- ♦ заменены основные затворы опорожнения и левый основной затвор наполнения НСШ. Заменены пути, закладные части, а также механизмы приводов этих затворов (2008 г.);
- ♦ заменены металлоконструкции и закладные части четырех затворов наполнения ВСШ (2006 г.);
- ♦ реконструкция металлоконструкций затворов опорожнения шлюзов №№ 1, 3, 4–6. (2004–2006 гг.);
- ♦ устройство порога для установки батопорта на верхней голове НСШ (2008 г.) с целью производства в предстоящий межнавигационный период аварийно-ремонтных работ по подготовке к монтажу в МНП 2009-2010 гг. подъемно-опускных ворот на месте старого ремонтного заграждения;
- ♦ заменены подъемно-опускные аварийно-ремонтные ворота ВСШ (2007 г.);
- ♦ заменены нижние основные ворота шлюзов №№ 1, 3, 5 (2007–2008 гг.). В 2009 году аналогичные работы будут проведены на шлюзах №№ 4, 6;
- ♦ реконструкция нижних ремонтных ворот шлюзов №№ 4, 5 и верхних ремонтных ворот шлюза № 5 (2004–2005 гг.);
- ♦ заменены электродвигатели на затворах наполнения и опорожнения ВСШ и НСШ;

- ♦ заменены силовые трансформаторы на всех шлюзах №№ 1–6 (2007-2008 гг.);
- ♦ значительный объем работ проведен по замене силовых и контрольных кабелей на шлюзах;
- ♦ работы по ремонту фасадов 9 из 28 башен управления шлюзов №№ 1–7, находящихся в неудовлетворительном состоянии.

#### Работы в процессе выполнения:

- ♦ по реконструкции пришлюзовых и межшлюзовых причальных сооружений Вытегорского РГСиС;
- ♦ по реконструкции штрабного бетона с выставлением в проектное положение путей рымовых ниш. На шлюзах №№ 1, 3 реконструкция завершена, на шлюзах №№ 2, 4–6 — выполнена частично и будет завершена до 2011 года;
- ♦ по ремонт пьезометрической сети на гидроузлах Вытегорского РГСиС.

Несмотря на то что в последние годы был проведен значительный объем ремонтных работ по реконструкции, текущему и капитальному ремонту, техническое состояние большинства шлюзов и гидроузлов по тем или иным показателям критериев безопасности является ограниченно работоспособным. А по Волховскому шлюзу (по состоянию штрабного бетона, коррозионному износу несущих элементов металлоконструкций верхних основных ворот, состоянию механического оборудования) — и вовсе предаварийным.

Многие из вышеперечисленных работ выполнялись в рамках федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы Российской Федерации (2002–2010 гг.)», подпрограммы «Внутренние водные пути», но далеко не все планируемые этой программой работы были профинансированы.



**Нижне-Сви́рский шлюз.**  
Выход из камеры шлюза в верхний бьеф  
четырёхречного пассажирского теплохода

**Федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы Российской Федерации (2010–2015 гг.)». Подпрограмма «Внутренний водный транспорт»**

Программа была представлена в 2008 году. Основными целями подпрограммы «Внутренний водный транспорт» являются:

1. Устранение участков, лимитирующих пропускную способность Единой глубоководной системы Европейской части России.

2. Строительство объектов береговой инфраструктуры для развития пассажирских и туристических перевозок по внутренним водным путям.

3. Развитие портовой инфраструктуры на внутренних водных путях международного значения.

4. Обеспечение надежности объектов инфраструктуры и безопасности судоходства на внутренних водных путях.

5. Развитие рыночных отношений на внутреннем водном транспорте.

На основании новой ФЦП ГБУ «Волго-Балт» было разработано техническое задание на «Комплексный проект реконструкции Волго-Балтийского водного пути». Осуществление мероприятий, предусмотренных этим проектом, позволит выполнить необходимые работы, привести состояние СГТС к проектным значениям, обеспечив их безопасную эксплуатацию.

Ключевым моментом подпрограммы «Внутренний водный транспорт» для Волго-Балта, конечно же, является строительство второй нитки Нижне-Сви́рского гидроузла, шлюз которого на данный момент является одним из лимитирующих участков Волго-Балта.

Из всех шлюзов основной трассы ВБВП камера НСШ является самой короткой и принимает на шлюзование в основном по одному судну. В настоящее время преобладающим является грузопоток экспортных грузов в направлении на

Балтику, а так как НСШ является головным, возникают простои флота в ожидании шлюзования. Загрузка шлюза по времени в пиковые месяцы (июнь, июль, август) превышает 80%. В наиболее загруженные сутки навигации 2008 года шлюз делал более 40 шлюзований и пропускал по 60 единиц флота.

Проектно-исследовательские работы по строительству второй нитки НСШ планируется начать в 2009 году.

### **Заключение**

Волго-Балтийский водный путь является одной из интереснейших туристических трасс. На живописных берегах рек и озер расположены старинные русские города, монастыри и крепости со множеством историко-архитектурных памятников: Новгород, Старая Ладога, Лодейное Поле, Вытегра, Белозерск, крепость Орешек, Горицкий монастырь, Кирилло-Белозерский монастырь, Валаамский монастырь и остров Киж с уникальными памятниками древнего зодчества.

Экономическое значение Волго-Балтийского водного пути для Единой глубоководной системы велико. Габариты водного пути и шлюзов Волго-Балта позволяют беспрепятственно эксплуатировать суда смешанного «река-море» плавания грузоподъемностью до 5500 т с осадкой 3,60 м. ВБВП связывает крупнейшие порты Балтийского бассейна Санкт-Петербургского, Калининградского и Выборгско-Высоцкого филиалов РосМорПорта с Москвой и городами Волги, Камы и Дона, обеспечивает выход в Белое море через шлюзы Беломоро-Балтийского канала.

Волго-Балт был и остается наиболее оживленной водной магистралью на всей Единой глубоководной системе водных путей Европейской части России, что определяется его положением «подъездной дороги» к западным морским воротам нашей страны.

**ПОДГОТОВКА КАДРОВ ОТРАСЛИ — НАША СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА**

**Гладков Г. Л.,**  
д. т. н., профессор, ректор СПГУВК

Главной стратегической задачей образования в области водного транспорта является подготовка квалифицированных и адаптированных к современным требованиям кадров для организаций и предприятий отрасли.

Реализацию этой задачи осуществляют семь образовательных учреждений Росморречфлота, что обеспечивает полный комплекс обучения, профессиональной подготовки и переподготовки специалистов комплекса водного транспорта. В настоящее время система образования, сложившаяся на транспортном комплексе, признана Минобрнауки России одной из лучших среди технических учебных заведений страны. В свою очередь, система морского образования признана во всем мире, что подтверждено экспертами Европейского союза и Международной морской организации.

Развитие экономики страны и, как следствие, увеличение спроса на услуги водного транспорта сопровождаются устойчивым ростом спроса на квалифицированные кадры. Следует отметить постоянно возрастающий спрос на выпускников технической направленности: гидротехников, инженеров по перегрузочному оборудованию портов и транспортных терминалов, специалистов по информационным технологиям. Неудовлетворенным сегодня остается и спрос на специалистов по эксплуатационным специальностям. Это подтверждается тем, что заявки судоходных компаний на молодых специалистов существенно превышают количество выпускников плавательных специальностей. Дефицит командных кадров гражданского флота оценивается нехваткой порядка 20 тыс. человек, а к 2020 году он может составить 40 тыс. человек. Существует проблема нехватки специалистов для судов нового поколения: высокотехнологичных сухогрузных судов, навалочных и наливных судов, контейнеровозов, судов специального назначения.

Тенденция нарастания дефицита квалифицированных кадров характерна и для других элементов инфраструктуры речного транспорта. В отрасли не хватает квалифицированных специалистов для организации и работы логистических центров. Остро ощущается дефицит на судостроительных и судоремонтных предприятиях. Модернизация, реконструкция, строительство новых и эксплуатация уже действующих гидротехнических сооружений и портов требуют постоянного притока кадров высокой квалификации.

Система профессионального образования комплекса водного транспорта имеет богатую историю и глубокие

традиции. Она исторически формировалась под потребности отрасли и постоянно развивалась во взаимодействии с отраслевыми предприятиями. Одним из ведущих вузов Росморречфлота является Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций — старейший транспортный вуз страны, история которого началась с 1809 года, когда в Петербурге Манифестом Александра I был учрежден Институт Корпуса инженеров водяных и сухопутных сообщений.

В настоящее время в университете реализуется обучение по 10 специальностям среднего профессионального образования по очной и заочной формам обучения; по 24 специальностям высшего профессионального образования по очной, очно-заочной (вечерней) и заочной формам обучения; по 16 программам послевузовского и 5 программам дополнительного образования по очной форме обучения.

Университет, где обучается более 18000 студентов и курсантов, располагает высококвалифицированным профессорско-преподавательским составом, численность которого более 500 человек, из них 72% имеют ученые степени и звания. В их числе: 32 академика отраслевых академий; 82 доктора наук, профессора; 250 кандидатов наук, доцентов.

Качество подготовки специалистов в СПГУВК определяется не только высококвалифицированным профессорско-преподавательским составом, но и состоянием материально-технической базы, оснащением учебных лабораторий. Университет располагает развитой учебно-лабораторной базой. Кафедры, проводящие лабораторные практикумы, имеют в своем составе учебные лаборатории.

Наиболее крупные из них: Гидротехническая лаборатория имени проф. В. Е. Тимонова; уникальный опытовый бассейн; дизельная лаборатория; специализированная лаборатория моделирования транспортных процессов и инновационных методов обучения имени проф. А. С. Бутова.

Кроме того, для подготовки судоводителей и судомехаников имеются многофункциональные учебно-тренажерные центры и планетарий.

Для компьютерной подготовки и развития навыков студентов по использованию новых информационных технологий и вычислительной техники на факультетах и кафедрах функционируют 45 компьютерных классов, оснащенных современным оборудованием. Также в университете органи-



зованы 18 специализированных аудиторий, оборудованных мультимедийными видеопроекторами, которые обеспечивают современный уровень представления информации во время проведения всех видов учебных занятий.

При подготовке специалистов для водного транспорта и его инфраструктуры к образовательному процессу привлекаются представители ведущих работодателей отрасли. На практике реализуются следующие виды взаимовыгодного сотрудничества:

- ♦ мониторинг и прогнозирование потребностей рынка труда в отрасли;
- ♦ совместная реализация образовательных программ (финансовое, материально-техническое, технологическое и кадровое обеспечение);
- ♦ оценка качества и сертификация выпускников.

Важной формой сотрудничества университета с предприятиями и организациями отрасли является стратегическое партнерство, под которым понимаются двусторонние договорные отношения, основывающиеся на:

- ♦ создании базы для проведения технологических практик студентов и дипломников;
- ♦ проведении совместных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), привлечении вузовских ученых к модернизации и созданию новой продукции и технологий, их внедрению и коммерциализации;
- ♦ созданию в СПГУВК новых и переоснащении имеющихся учебно-научных лабораторий;
- ♦ целевой подготовке для предприятий кадров высшей квалификации;
- ♦ создании совместных структур научно-образовательного или инновационного профиля, в том числе базовых кафедр с новой функциональной нагрузкой.

Совместное решение перечисленных задач обеспечивает качественную и востребованную целевую подготовку и повышение квалификации специалистов, повышение конкурентоспособности вуза на рынке труда и образовательных услуг, повышение качества профессиональной подготовки и конкурентоспособности выпускников.

На сегодняшний день важнейшим элементом надежности обеспечения отрасли кадрами является необходимость активного привлечения молодежи в университет.

Одним из факторов успешной работы по приему абитуриентов, особенно на отраслевые, системообразующие специальности, является установление связей с различными структурами, работающими с профессионально ориентированной молодежью или формирующими у подростков соответствующую профессиональную направленность. К таким организациям относятся «Центр национальной славы России», реализующий программу «Морская слава России» (СПб.), клубы юных моряков Санкт-Петербурга, В. Новгорода и Новгородской области и т. д. Между СПГУВК и Новгородским клубом юных моряков подписан договор о сотрудничестве. Несмотря на трудности постперестроечного периода, руководителям этих клубов удалось сохранить учебный флот, лучшие традиции воспитания детей и подростков в духе патриотизма и любви к российскому флоту, развивать международные связи.

Целенаправленная работа Росморречфлота по концентрации имеющихся ресурсов в вертикально интегрированных образовательных комплексах для подготовки современных востребованных кадров требует от руководства университета системного решения вопросов оптимизации структур управления, создания моделей адаптивного взаимодействия его подразделений, повышения эффективности использования материальных и кадровых ресурсов.

# 3.

20–25

## МОРСКИЕ СООРУЖЕНИЯ. ПОРТЫ

ВЫБОР ТИПА СООРУЖЕНИЙ  
ГЛУБОКОВОДНОГО  
ПРИЧАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА  
ДЛЯ ПЕРЕГРУЗКИ  
НЕФТЕПРОДУКТОВ  
В ПОРТУ ТАПСЕ



СЕМИНАР **2009**

ГЕЛЕНДЖИК  
отель «Приморье»

**Новые технологии в  
гидротехническом строительстве,  
причальное оборудование  
и системы навигации**

При поддержке:  
Департамента по транспорту и связи администрации Краснодарского края  
Ассоциации европейского бизнеса в России  
Южной региональной ассоциации морских агентов и экспедиторов

Среди тем семинара:

- Современные технологии и материалы для гидротехнических сооружений
- Тенденции развития специализированных перегрузочных терминалов
- Вопросы специализированного гидрометеообеспечения работы портов
- Быстро отдающиеся гаки, контрольные системы
- Обеспечение безопасности мореплавания

На семинар приглашены руководители ФГУП «Росморпорт» и морских администраций в портах Новороссийск, Туапсе, Ейск, Ростов, Темрюк, Тамань, Астрахань, Санкт-Петербург, Сочи, Усть-Луга, Калининград, Архангельск, Мурманск, Владивосток, Находка, Выборг и Высоцк. А также топ-менеджеры портов России, в том числе строящихся и проектируемых (ТольяттиАзот, Миусский порт, Порт Сочи Имеретинский, Ростовский универсальный порт, ОТЕКО-терминал и др.).

Спонсоры семинара:



ThyssenKrupp GfT Bautechnik  
A company of ThyssenKrupp Services



сайт: **www.BSForum.ru**

Телефон для справок и регистрации участников  
**+ 7 (8617) 64-17-80**

Телефон для спонсоров конференции  
**+ 7 (8617) 64-16-50**

**Факс: + 7 (8617) 64-13-80**

**e-mail: info@bsforum.ru**

Black Sea Forum: 353900, Россия, Краснодарский край, г. Новороссийск, ул. Энгельса, д. 47, офис 12

# ВЫБОР ТИПА СООРУЖЕНИЙ ГЛУБОКОВОДНОГО ПРИЧАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПЕРЕГРУЗКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОРТУ ТУАПСЕ



**Вотинов А. В.,**  
к. т. н., генеральный директор  
ООО «РН-Туапсенефтепродукт»



**Сушко Ю. В.,**  
заместитель главного  
инженера — главный механик  
ООО «РН-Туапсенефтепродукт»

История предприятия ОАО «НК «Роснефть — Туапсенефтепродукт» началась в 30-х годах XX века. 5 июня 1925 года Советом Труда и Оборона было принято постановление о признании города Туапсе конечным пунктом грозненского нефтепровода. Предполагалось, что дальнейшая транспортировка нефти на экспорт из туапсинского порта будет осуществляться водным путем.

Датой рождения перевалочной нефтебазы стал апрель 1928 года. Тогда 1928 года был подписан акт ввода в эксплуатацию первой очереди нефтебазы, а 28 апреля этого же года нефтебаза приняла первую партию керосина. Объем резервуарного парка составлял 154 тыс. м<sup>3</sup>.

Пробный налив горючим был осуществлен в апреле 1929 года. Это был первый танкер «Нефтесиндикат СССР» (тогда он назывался бензовоз или бензиновоз), который осуществил доставку горючего из Туапсе в Англию.

Сегодня ОАО «НК «Роснефть — Туапсенефтепродукт» (структурное подразделение ОАО «НК «Роснефть») — это основная база по перевалке нефтепродуктов на юге России. Динамично развивающееся предприятие имеет в своем составе четыре резервуарных парка общей емкостью 340 тыс. м<sup>3</sup>, 6 насосных, 3 автоналивных и 3 железнодорожных сливноналивных эстакады, 21 шланговую установку на причалах, вспомогательное технологическое оборудование, позволяющее выполнять многочисленные операции с нефтепродуктами в объеме до 10 млн тонн в год.

В настоящее время акционерное общество ведет реконструкцию и технологическое перевооружение в рамках реализации «Комплексной целевой программы развития ОАО «НК «Роснефть — Туапсенефтепродукт» до 2014 года». Намечено довести объем перевалки до 12 млн тонн в год, увеличить резервуарный парк до 365 тыс. м<sup>3</sup>.

С этой целью осуществляется обновление резервуарного парка, ведется строительство новых железнодорожных эстакад, новых АЗС, развивается социальная сфера, а также предполагается сооружение **глубоководного причала**.

Проектируемый комплекс **глубоководного причала** в порту Туапсе предназначен для перегрузки дизельного топлива, бензина экспортного технологического (БЭТ) и мазута общим объемом 7 млн т/год. Кроме того, предусматривается возможность осуществления бункеровки танкеров в объеме 350 тыс. т/год, откачка балластных вод.

Также дополнительно рассматривается возможность организации еще одного причала 1Б для приема танкеров дедвейтом до 30 тыс. т (DW-30) и бункеровки судов.

Расчетные типы (дедвейт) танкеров для освоения перспективного грузооборота по видам топлива выбраны по результатам комплексной оценки структуры грузов, планируемых к перевалке, скорости и партионности отгрузки:

- ♦ дизельное топливо — танкеры (DW-80, DW-40, DW-28-30);
- ♦ бензин прямой гонки — танкеры (DW-40, DW-28-30, DW-20);
- ♦ мазут — танкеры (DW-80, DW-55, DW-40).

Рассмотрение новых гидротехнических сооружений в составе действующих причальных комплексов производится с учетом:

- ♦ возможности строительства ГТС без вывода из эксплуатации существующих мощностей;
- ♦ сохранения существующих вариантов судоходства и морских стоянок;
- ♦ безусловного обеспечения требований нормативной документации по пожарной, промышленной и экологической безопасности;
- ♦ соответствия гидротехнических сооружений решению технических задач, в рамках конкретного терминала и общего развития портов, как звеньев Единой системы водных коммуникаций Российской Федерации.

И, наконец, определяющим моментом для решения задачи строительства глубоководного причала в порту Туапсе, отвечающего заданным требованиям, является выбор типа причала: стационарный или рейдовый, и вариант размещения его в порту. А также необходимо ориентировочно определиться по стоимости и срокам строительства.

## Варианты стационарного причального комплекса

*Стационарный причальный комплекс в виде одного причала:*

- ♦ **Вариант I-с** — стационарный причал 1А в виде одностороннего пирса.

*Стационарный причальный комплекс в виде двух причалов:*

- ♦ **Вариант II-с** — причалы для 1А и 1Б в виде двухстороннего пирса.



- ♦ **Вариант III-с** — причалы 1А и 1Б в виде линейно размещенного одностороннего пирса

Исходные данные, используемые для расчета потребности в причалах, принимались на основании РД 31.3.05-97 «Нормы технологического проектирования морских портов».

Количество судов, обслуживаемых на причальном комплексе, определено, исходя из планируемого грузооборота, грузоподъемности расчетных типов судов и их соотношения по расчетному количеству.

### Пропускная способность причалов

№ вариантов	Количество причалов	Пропускная способность	Судозаходы
Вариант I-с	1	4852	160
Вариант II-с	2	10837	238
Вариант III-с	2	10837	238

На основании выполненных расчетов установлено, что планируемый грузооборот нефтепродуктов ( $\geq 7$  млн т в год) обеспечивается при условии строительства причального комплекса по вариантам II-с и III-с, состоящего из двух причалов 1А и 1Б. По варианту I-с планируемый грузооборот может быть обеспечен в случае перегрузки грузов в танкеры DW-80 тыс. т.

В состав стационарного причального комплекса нефтепродуктов входят следующие сооружения:

- ♦ причал нефтепродуктов (для варианта I-с — причал 1А; для вариантов II-с и III-с — причалы 1А и 1Б);
- ♦ морская соединительная эстакада, связывающая причал(ы) с берегом;
- ♦ образованный насыпью участок береговой территории для размещения технологических сооружений;
- ♦ образованная дноуглублением акватория, состоящая из операционной акватории у причала и акватории на подходах к причалу.

### Технические показатели стационарного причального комплекса

Наименование показателей	Ед. изм.	Вариант I-с	Вариант II-с	Вариант III-с
Площадь вновь образованной территории на выходе эстакады в море	га	0,5	0,5	0,5
Объем насыпи грунта	тыс. м <sup>3</sup>	50	50	50
Протяженность берегоукрепления	м	220	220	220
Протяженность соединительной эстакады	м	590	430	590
Протяженность причала 1А	м	300	300	300
Протяженность причала 1Б	м	—	300	240
Площадь операционной акватории у причалов	га	5	6	—
Площадь акватории маневровой зоны на подходе к причалу	га	25	25	25
Объем дноуглубления (всего)	тыс. м <sup>3</sup>	1150	1190	1220
Наносоулавливающая траншея	тыс. м <sup>3</sup>	150	150	150

На основании вышеизложенного установлено следующее:

1. Размещение стационарного причала на участке внешней акватории порта Туапсе между Южным молотом и Первомайским волноломом возможно как по варианту I-с, так и по вариантам II-с и III-с, учитывающим размещение дополнительного причала для танкеров DW  $\leq 30$  тыс. т и бункеровки судов.

2. Однако планируемый грузооборот обеспечивается только по вариантам II-с и III-с при организации двух причалов 1А и 1Б.

Вследствие этого дальнейшее сравнение выполнялось для вариантов II-с и III-с по параметрам организованной у причалов операционной акватории.



Вариант стационарного причала I-с



Вариант стационарного причала II-с



Вариант стационарного причала III-с

Установлено, что:

- ♦ в варианте II-с не обеспечивается нормативная ширина узкого бассейна между причалом 1Б и Первомайским волноломом при обслуживании танкеров существующим буксирным флотом, что требует приобретения буксиров нового поколения, способных обеспечивать швартовку судов в стесненных акваториях;
- ♦ в варианте III-с формируется нормативная ширина бассейнов и обеспечивается обслуживание танкеров существующим в порту Туапсе буксирным флотом.

Окончательно как наименее затратный из стационарных компоновок сооружений к дальнейшему рассмотрению был рекомендован вариант III-с с линейным расположением причалов нефтепродуктов 1А и 1Б.

## Варианты рейдового причала (одноточечный плавучий причал)



Варианты размещения ОРП I-р, II-р, III-р

Для размещения одноточечного рейдового причала (ОРП) в районе порта Туапсе были рассмотрены три участка морской акватории:

**Вариант I-р** — размещение рейдового причала к югу от порта Туапсе, на расстоянии порядка 5 км от берега, между подходным путем РП № 76 и РП № 14, на акватории с естественными глубинами от 55 до 65 м. Протяженность трассы подводных трубопроводов составляет 7300 м.

**Вариант II-р** — размещение рейдового причала к юго-востоку от порта Туапсе, за районом рейдовых стоянок № 418, на расстоянии порядка 2 км от берега, на акватории с естественными глубинами от 20 до 35 м. Протяженность трассы подводных трубопроводов составляет 8200 м.

**Вариант III-р** — размещение рейдового причала на участке рейдовых стоянок № 418, на расстоянии порядка 2 км от берега, на акватории с естественными глубинами от 20 до 35 м. Протяженность трассы подводных трубопроводов составляет 3700 м.

Для обеспечения безопасного приема танкеров у одноточечного рейдового причала типа CALM размеры рейда приняты согласно положениям и требованиям соответствующих российских и международных документов ( $R = 3Lc$ )

При разработке вариантов размещения рейдового причала на акватории порта Туапсе учтены:

- ♦ требования к зонам безопасности вокруг подобных одноточечных рейдовых причалов на основании мировой практики;
- ♦ отдельные рекомендации, требования и положения свода правил «Причалы морские точечные. Нормы проектирования» (СП-08.3, 2005).

При формировании акватории в районе расположения рейдового причала учтены зоны с особым режимом плавания:

- ♦ грузовая зона, в которой находится под погрузкой пришвартованный к рейдовому причалу танкер, является зоной повышенной опасности, ее радиус ориентировочно равен 350 м (принят с учетом удаления швартова от центра причала, длины танкера и длины буксира, удерживающего танкер, с буксирным концом);

- ♦ зона маневрирования танкера, предназначенная для маневрирования танкера на подходе/отходе от рейдового причала, является опасной зоной, ее радиус принят равным 750 м (не менее  $3Lc$ ).

В эти зоны запрещен заход других судов, кроме дежурных, для оказания помощи и предотвращения аварийных ситуаций. Зона приближения рейдового причала к якорным стоянкам и судовым ходам принята не менее 1 км.

Выбор наиболее рациональной конструкции ОРП осуществлялся на основании комплексного технико-экономического анализа с учетом всех видов прямых и косвенных затрат при строительстве и эксплуатации.

Подвижные устройства — поворотные платформы и конструкции вертлюгов трубопроводов на ОРП могут обеспечить перегрузку от одного до нескольких видов продуктов.

На основании проведенного анализа применения ОРП к дальнейшему рассмотрению было рекомендовано причальное устройство системы CALM.

В мировой практике выносное причальное устройство типа CALM используется для перегрузки от двух до трех видов продуктов, а также для перегрузки мазута.

Однако аналогов применения рейдового причала одновременно для перегрузки нефтепродуктов и мазута не найдено, хотя, по сведениям специалистов, теоретически эта задача выполнима. Например, буй типа CALM для перегрузки трех видов продуктов (дизельного топлива, газойля и нафты) установлен и действует в ОАЭ в Абу Даби.

### Основные технические показатели по вариантам размещения рейдового причала

Наименование показателей	Ед. измер.	ОРП		
		Вариант I-р	Вариант II-р	Вариант III-р
ОРП типа CALM, на два продукта	ед	1	1	1
Площадь рейда ОРП	га	176	176	176
Длина подводных трубопроводов	км	7,3	8,2	3,7
Объем выемки грунта под траншею подводных трубопроводов	тыс. м <sup>3</sup>	80	90	40
Площадь охранной зоны трубопроводов	га	365	410	185

При сравнении вариантов I-р, II-р и III-р размещения рейдового причала на акватории порта Туапсе сделаны выводы, что теоретически возможны все три варианта.

Чтобы определиться с выбором, была проведена сравнительная характеристика достоинств и недостатков всех трех вариантов расположения рейдовых причалов.

Тип ОРП	Достоинства	Недостатки
I-р		1) близость к ведущему в порт РП № 76, достаточно; 2) большие глубины в месте установки нового рейдового причала; 3) подводные трубопроводы имеют значительную протяженность, пересекают судоходный путь РП № 14 и размещены вблизи от ведущего в порт РП № 76 и района якорных стоянок № 418, что представляет опасность для судоходства
II-р	1) расположение рейдового причала в отдалении от судовых ходов, что обеспечивает безопасность судоходства; 2) естественные глубины 20–24 м в районе установки рейдового причала обеспечивают оптимальные условия приема расчетных танкеров	1) большая протяженность трассы подводных трубопроводов и близость ее к пляжной зоне г. Туапсе, что может привести к экологической опасности в случае аварийной ситуации с повреждением трубопроводов
III-р	1) трасса подводных трубопроводов находится на оптимальных глубинах и связана с берегом самой короткой трассой подводных трубопроводов	1) значительные затраты, связанные с переносом района якорных стоянок № 418 и изменением Лоции Черного моря, что потребует обращения в МИД РФ и соответствующие международные инстанции



**ОРП типа CALM**

На основании вышеизложенного, из трех вариантов размещения рейдового причала был выбран вариант II-р — за районом якорных стоянок № 418, на расстоянии 2 км от берега.

Использование трубопроводов, соответствующая конструкция PLEM и гибких шлангов в комбинации с береговыми мощностями может обеспечить погрузку нефтепродуктов через ОРП типа CALM в расчетные танкеры ориентировочно в объеме не менее 8 млн тонн/год.

В дальнейшем следовало выбрать вариант причального сооружения между стационарным и рейдовым типом. В качестве стационарного причала рассматривался вариант III-с с линейным расположением причалов 1А и 1Б; в качестве рейдового — вариант II-р с установкой буя типа CALM, на удалении от существующего РП № 76 ведущего в порт, на естественных глубинах от 20 до 24 м.

Данный выбор также потребовал проведения сравнительной характеристики достоинств и недостатков вариантов по типам причалов.

### Стационарные причалы нефтепродуктов (вариант III-с)

#### Достоинства:

1. Организация 2-х стационарных причалов обеспечивает оперативную гибкость перегрузки всех заданных видов продуктов, включая мазут;

2. Организация 2-х стационарных причалов обеспечивает доступ, удобную эксплуатацию и контроль за технологическим оборудованием и технологическими трубопроводами, проложенными по морской эстакаде;

3. Первомайский волнолом обеспечит защиту принимаемых у причалов 1А и 1Б танкеров и в целом улучшит волновую обстановку на внутренней акватории порта Туапсе и на входе в порт;

4. Для обслуживания танкеров достаточно существующего буксирного флота порта Туапсе;

5. Организация 2-х стационарных причалов позволит произвести реконструкцию существующих причалов нефтерайона порта и нарастить мощность терминала в соответствии с ресурсной базой;

6. Стационарные причалы, в отличие от рейдовых, позволяют при необходимости без дополнительных затрат достаточно гибко решать вопросы изменения вида перегружаемых грузов.

#### Недостатки:

1. Большой объем дноуглубления потребует затрат на рыбоохранные мероприятия и дальнейших эксплуатационных затрат по поддержанию гарантированной глубины;

2. Расположение причалов поблизости от морского канала, ведущего в порт, создает опасность для судоходства;

3. Более высокая стоимость строительства по сравнению с рейдовым причалом.

### Рейдовый причал (Вариант II-р)

#### Достоинства:

1. Короткие сроки строительства, возможность эксплуатации в условиях открытого моря, отсутствие необходимости строительства дополнительных защитных сооружений;

2. Не требуется дноуглубления, прием танкеров осуществляется на акватории с естественными глубинами;

3. Использование готового выносного причального устройства типа CALM;

4. Низкая стоимость строительства по сравнению со стационарными причалами.

#### Недостатки:

1. Устройство рейдового причала представляет опасность для судоходства из-за близости к существующему району якорных стоянок № 418;

2. Прокладка подводных трубопроводов в прибрежной зоне потребует большой площади отчуждения акватории морского дна (охранная зона 500 м);

3. Экологическая безопасность эксплуатации рейдового причала и подводных трубопроводов потребует средств для ее обеспечения и постоянного контроля;

4. Обслуживание рейдового причала потребует:

- ♦ приобретения специального буксирного всепогодного флота;

- ♦ организации морспецподразделения с оборудованием и судами, способного всепогодно обеспечивать безопасность приема танкеров у рейдового причала;

5. Примеры применения рейдовых причалов для одновременной перекачки мазута и других продуктов в мировой практике отсутствуют;

6. Перекачка мазута на большие расстояния при помощи подводных трубопроводов вызовет повышенный уровень эксплуатационных затрат;

7. Поскольку рейдовый причал, по сути, является специализированным комплексом, его применение оправдано только при долговременном устойчивом грузопотоке.

### Заключение

На основании проведенного сравнительного анализа достоинств и недостатков вариантов рекомендован вариант III-с — строительство стационарных причалов 1А и 1Б, с линейным расположением причалов, обеспечивающих перегрузку всех заданных видов нефтепродуктов (дизельное топливо, бензин, мазут) и бункеровку, а также отвечающих нормативным требованиям по параметрам акватории, принятым с учетом проведения всех операций у причала с помощью буксиров.



**Вариант стационарного причала III-с**

# 4.

26–47

## **СТРОИТЕЛЬСТВО, РЕМОНТ ГТС**

ОБЪЕКТЫ

ТЕХНОЛОГИИ

ТЕХНИКА



# ЗАРУБЕЖВОДСТРОЙ

**К**омпания «Зарубежводстрой» создана в 1963 году для проектирования и строительства объектов водохозяйственного назначения за рубежом. За годы своего существования она построила и оказала содействие в строительстве более 80 водохозяйственных сооружений в странах Юго-Восточной Азии, Африки, Ближнего и Среднего Востока. Среди них – плотины Бени-Зид, Зитемба и Тилесдит в Алжире, ирригационная система на реке Северный Кибир в Сирии, система промышленного водоснабжения в Иране, оросительные комплексы в Монголии и Казахстане, водоводы и дренажные системы в Лаосе и Вьетнаме.

В настоящее время компания завершает работы по возведению плотины на Аральском море и гидротехнического комплекса на р. Сар-Дарья в Казахстане, участвует в сооружении Сангтудинской ГЭС на р. Вахш в Таджикистане, ведет строительство деривационных сооружений в Алжире, оказывает техническое содействие в возведении ряда гидротехнических объектов в Индии.

Сохраняя ориентацию на зарубежный рынок, с 2005 года компания приступила к реализации водохозяйственных проектов на территории России. Построены переливные плотины на реках Мокша и Сердоба в Пензенской области, проведены берегоукрепительные работы на реках Кубань и Протока в Краснодарском крае, осуществлены дноуглубительные работы на р. Кия в Кемеровской области, ведутся работы по реконструкции сооружений Шапсугского межрегионального водохранилища в Республике Адыгея, начата реализация проекта по возведению Ики-Бурульского напорного водовода в Республике Калмыкия.

В 2006 году компания прошла освидетельствование и получила сертификат соответствия системы менеджмента качества требованиям ISO 9001:2000 и сертификат соответствия экологическим требованиям ISO 14001, что способствует международному признанию компании и создает благоприятные возможности для работы на мировом рынке.



Генеральный директор Е. В. Гудзенчук

**125319 Москва, ул. Коккинаки, 4**  
**Тел. (495) 613-3711, факс (495) 613-1225**  
**E-mail: [zvstroy@zvs.ru](mailto:zvstroy@zvs.ru)**  
**[www.zvs.ru](http://www.zvs.ru)**



**Компания «Зарубежводстрой» готова стать вашим надежным партнером!**

# КОМПЛЕКС СООРУЖЕНИЙ ЗАЩИТЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ОТ НАВОДНЕНИЙ



**Кураев С. Н.,**  
главный инженер проекта  
защиты Санкт-Петербурга  
от наводнений

Наводнения нарушают нормальные условия жизни в Санкт-Петербурге, затрудняют использование его приморских территорий, причиняют большой ущерб промышленности и городскому хозяйству. Они создают постоянную угрозу уничтожения памятников истории, культуры и искусства и представляют реальную опасность для жизни людей.

Наводнения с периодичностью один раз в сто лет с подъемом уровня на 3,45 м приводят к затоплению жилой застройки, множества памятников культуры, таких как Эрмитаж, Русский музей, Петропавловская крепость, Марсово поле, Мариинский, Меншиковский и другие дворцы, десятков мостов, декоративных оград, памятников и скульптур.

Анализ данных по величине и частоте наводнений указывает на очевидную тенденцию к увеличению частоты наводнений в настоящее время.

При наводнениях с подъемом уровня воды на 2 м затопливается 36 кв. км площади города с ущербом в \$6,5 млн, при подъеме уровня на 3 м затопливается 94 кв. км площади города с ущербом \$486 млн. При возможном наводнении с уровнем 5 метров будет затоплено 150 кв. км территории города с величиной прогнозируемого ущерба около \$2,7 млрд. Среднегодовой ущерб городу от морских нагонных наводнений оценивается в \$94 млн.

Ввиду тяжелого урона, причиняемого наводнениями, в период существования Санкт-Петербурга, особенно после катастрофических наводнений, было внесено множество предложений по схемам защиты города.

Предлагались различные варианты подсыпок и обвалования территорий, устройство водоотводных каналов и строительство защитных сооружений в Невской губе.

В первых планировках города 1716–1717 гг. архитекторами Доменико Трезини и Жаном Батистом Леблонем предусматривалась, но не была осуществлена идея Петра I по подсыпке территорий до отметки 3,2 м за счет грунта, извлекаемого при создании густой сети каналов вдоль улиц города.

В 1825 году директор Института инженеров путей сообщения П. П. Базен предложил построить защитную дамбу от Лисьего носа до Ораниенбаума с водосливом, морским шлюзом и подъемом уровня воды в Невской губе на 1 метр для улучшения условий судоходства.

16 ноября 2008 года в Санкт-Петербурге зафиксировано 307-е наводнение с момента основания города. Пик подъема уровня воды в Неве пришелся на 5:00 16 ноября, составив 187 сантиметров выше ординара. Обычно наводнение в городе фиксируется, когда уровень воды поднимается на 160 сантиметров. Из-за подтопления временно перекрывалось движение в двух местах по набережной реки Карповки.

Это было обычное сезонное наводнение, не принесшее особого ущерба городу, практически привычное для жителей. Следует учесть, что именно осенью в городе случается около 70% от общего числа морских нагонных наводнений. Наиболее опасные и катастрофические также выпадали на это время года.

В советское время в 1932–1935 гг. эскизный проект защиты города от наводнений был разработан Научно-исследовательским институтом коммунального и жилищного хозяйства и строительства (НИИЖХ).

Особую актуальность проблема защиты приобрела в 1966 году в связи с одобрением Советом Министров СССР Генерального плана развития Ленинграда, предусматривавшего освоение под застройку приморских территорий побережья Невской губы на 25-километровом участке от Ольгино на севере и до Стрельны на юге.

Во исполнение постановления Совета Министров СССР в 1967–1969 гг. Ленгидропроектом под руководством главного инженера проекта защиты Сергея Степановича Агалакова с участием ряда проектных и исследовательских организаций было разработано технико-экономическое обоснование (ТЭО) защиты города от наводнений.

В ТЭО были рассмотрены все возможные варианты защиты, из которых после всестороннего анализа были выбраны и с одинаковой детальностью разработаны и исследованы два основных варианта — «Западный» и «Восточный».

«Западный» предусматривал строительство комплекса защитных сооружений (КЗС), состоящих из защитных дамб, водопропускных и судопропускных сооружений, в створе Горская — Кронштадт — Ломоносов в 25 км от устья р. Невы с автодорогой по трассе КЗС. «Восточный» — с размещением аналогичного комплекса сооружений в устье р. Невы по границе городской застройки со строительством гидроузла в среднем течении р. Невы.

Сравнение вариантов показало неоспоримые преимущества западного варианта по уровню надежности защиты, экономичности, условиям строительства и соответствия требованиям Генерального плана развития города.

ТЭО было рассмотрено и одобрено в 1971 году Госпланом и Госстроем СССР, а в 1972–1977 гг. Ленгидропроектом совместно с 52-мя специализированными проектно-конструкторскими и научно-исследовательскими организациями города и страны был разработан технический проект защиты Ленинграда от наводнений, утвержденный Советом Министров СССР в 1978 году.

В соответствии с утвержденным проектом, комплекс защитных сооружений (КЗС) Санкт-Петербурга от наводнений, который позволит при угрозе наводнения изолировать

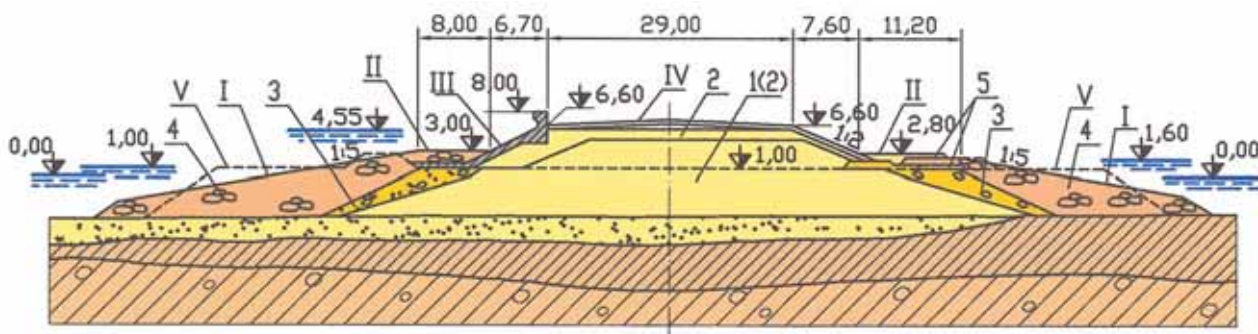


Рис. 1. Поперечный профиль защитной дамбы

I — пологий динамически устойчивый откос; II — волногасящая берма; III — железобетонные плиты крепления верхового откоса; IV — железобетонная волноотбойная стенка; V — поперечный профиль первоочередной отсыпки скального грунта; 1 — мореный суглинок полезных выемок; 2 — песчаный грунт; 3 — переходной слой из песчано-гравийного грунта; 4 — горная масса; 5 — щебень.

Невскую губу от Финского залива, строится в створе п. Горская — г. Кронштадт — г. Ломоносов. Длина трассы сооружений 25,4 км, в том числе 22,2 км по акватории залива при средней глубине воды 2,9 м.

Выбранное расположение защитных сооружений имеет благоприятные инженерно-геологические, гидрологические и топографические условия, наилучшим образом отвечает воднотранспортным, строительным, экологическим и экономическим требованиям, соответствует Генеральному плану развития Санкт-Петербурга и планам развития городов Кронштадта и Ломоносова, отвечает нормативным требованиям на строительство скоростной автомобильной дороги.

В состав объектов защиты входят два судопропускных сооружения (С1 и С2) с подходными каналами, шесть водопропускных сооружений (В1–В6), одиннадцать защитных дамб (Д1–Д11), объекты эксплуатационного и обслуживающего назначения. По трассе КЗС предусмотрено строительство автодороги на шесть полос движения, замыкающей кольцевую автодорогу вокруг Санкт-Петербурга.

При проектировании Ленгидропроектом вместе с подрядными организациями выполнен широкий комплекс натуральных, теоретических, лабораторных и модельных исследований, включающих в себя изучение характеристик морских нагонных наводнений; гидравлических, волновых, ледотермических режимов, а также гидрологические, микробиологические, гидробиологические, ихтиологические и другие исследования. Полученные результаты показали, что защитные сооружения при открытых водопропускных и судопропускных отверстиях не оказывают отрицательного влияния на гидрологический режим Невской губы. Они не изменяют естественный режим уровней воды в губе, систему течений, волновой, температурный и ледовый режимы; не препятствуют попаданию в губу нагонных и солоноватых вод. Поэтому не вызывают отрицательного воздействия на санитарный режим губы, на воспроизводство рыбных запасов, в том числе ценных проходных и полупроходных рыб. Также не нарушают пути миграции рыб и ската молоди; не влияют на состояние кормовой базы для рыб и процессы евтрофирования акватории Невской губы.

Установлено, что экологическое состояние акватории Невской губы будет постоянно улучшаться по мере ввода в эксплуатацию очистных сооружений системы городской канализации, в результате осуществления водо- и природоохранных мероприятий и использования регулирующей возможности защитных сооружений для улучшения проточности отдельных зон огражденной акватории. Многочисленные экологи-

ческие экспертизы последних десятилетий не смогли опровергнуть указанные выводы природоохранных разделов проекта. До настоящего времени продолжают гидрологические и экологические натурные и модельные исследования, и осуществляется постоянный контроль за состоянием акватории Невской губы и восточной части Финского залива, примыкающей к сооружениям защиты от наводнений.

Принятые в проекте расчетные уровни наводнений в естественных и проектных условиях определены на основе натуральных наблюдений и исследований на гидравлических и математических моделях. Для створа защитных сооружений расчетный максимальный уровень повторяемостью 1 раз в 1000 лет составляет 4,55 м над уровнем моря.

Створ КЗС расположен на южном склоне Балтийского кристаллического щита, представленного гнейсами, гранитами и диоритами, залегающими на глубине 175–200 м. Кристаллический щит покрыт чехлом коренных осадочных пород верхнего протерозоя и озерно-ледниковыми отложениями, являющимися основанием основных защитных сооружений.

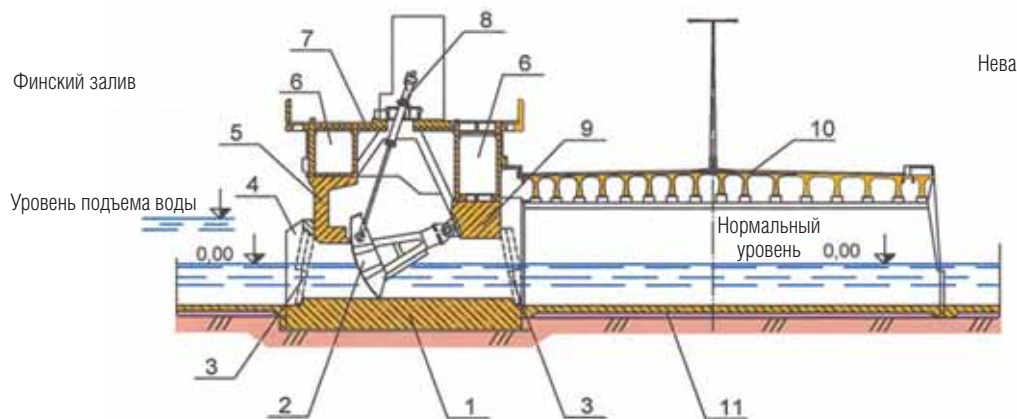
## Краткие характеристики защитных сооружений

### Защитные дамбы

Каменно-земляные дамбы замыкают участки трассы между водо- и судопропускными сооружениями, перекрывают о. Котлин и низкие участки берегов Финского залива. Из общей длины защитных сооружений в 25,4 км длина дамб составляет 23,4 км. Четыре дамбы (Д1–Д4) общей длиной 8118,5 м располагаются в акватории Южных ворот, одна дамба (Д5) протяженностью 2025 м на о. Котлин и шесть дамб (Д6–Д11) общей протяженностью 13223 м в акватории Северных ворот Невской губы. Наименьшая ширина дамб по гребню в акватории определена в 29 м, исходя из условия устройства шестиполосной автодороги. Наибольшую высоту (20,6 м) имеет дамба Д3 в месте ее пересечения с существующим морским каналом.

Защитные дамбы имеют ряд конструктивных особенностей, связанных с различными инженерно-геологическими характеристиками грунтов основания, технологией строительства и применяемыми строительными материалами. Типовой поперечный профиль защитных дамб, возводимых на участках с глубиной более 2,5 м, приведен на рис. 1.

В соответствии с инженерно-геологическими условиями на всем протяжении акватории принята конструкция дамб из местных строительных материалов, обеспечивающая необходимую надежность сооружений при подъемах уровней воды, сопровождающихся мощными волновыми воздействиями и значитель-



**Рис. 2. Поперечный разрез водопропускного сооружения**

1 — дно; 2 — сегментный затвор; 3 — ремонтные заграждения; 4 — бык; 5 — забральная балка; 6 — технологические галереи; 7 — служебный проезд; 8 — гидроподъемник; 9 — опорная балка; 10 — автодорожный мост; 11 — рисберма.

ными ледовыми нагрузками. Поперечный профиль верхового откоса защитной дамбы обладает высокими волногасящими свойствами благодаря наличию пологого откоса I из горной массы; волногасящей бермы II шириной 8 м с отметкой верха 3 м; вышележащего откоса, закрепленного железобетонной плитой III, переходящей в волноотбойную стенку IV с отметкой верха 8 м на примыканиях к В1–В6, или горной массой с железобетонным парпетом на остальном протяжении дамб.

К настоящему времени защитные дамбы, кроме прорана в дамбе Д3, отсыпаны в основном до отметок 5,5–6,0 м в Северных воротах и до отметок 3,0–5,0 м в Южных воротах.

#### Водопропускные сооружения

Количество и местоположение водопропускных сооружений определены по результатам натурных наблюдений и исследований, проведенных на гидравлических и математических моделях. Из шести водопропускных сооружений два (В1 и В2) расположены в Южных воротах Невской губы и четыре (В3–В6) — в Северных. Водопропускные сооружения В1, В3, В5 и В6 монолитные, возведены за перемычками в сухом котловане. Сооружения В4 и В2 выполнены из смешанной конструкции с использованием наплавных водопропускных блоков, бетонируемых в специальном доке на берегу и доставляемых на плаву к месту установки. Водопропускные сооружения состоят из отдельных секций шириной 27 м (В1 и В6 из 12, остальные из 10 секций) с водопропускными отверстиями шириной в свету по 24 м и отметками порогов –2,5 м для В1, В3 и В6 и –5,0 м для В2, В4 и В5. К водопропускным секциям со стороны Невской губы примыкает шестиполосный автодорожный мост. Водопропускная секция представляет собой доково-рамную конструкцию. Вертикальные быки сверху омоноличены опорной балкой и забальной балкой волноотбойного очертания. Сегментный затвор располагается между опорной и забальной балками на подвесах двух гидроподъемников, установленных на рамах, опирающихся на опорную и забральную балки (рис. 2).

При поднятых затворах водопропускные сооружения обеспечивают водообмен между Финским заливом и Невской губой, сохранение путей миграции рыб, а также проточности и уровневого режима в огражденной акватории, близкими к естественным. При опущенных затворах во время наводнений совместно с дамбами и перекрытыми пролетами судопропускных сооружений водопропускные сооружения служат надежной преградой поступлению воды из Финского залива.

#### Судопропускные сооружения

Судопропускное сооружение С1 расположено на морском канале в Южных воротах Невской губы и предназначено для

пропуска морских судов водоизмещением до 100 тыс. тонн, а также судов смешанного плавания водоизмещением до 4 тыс. тонн (рис. 3). Судопропускное сооружение С2 расположено в Северных воротах Невской губы на существующем фарватере и предназначено для пропуска судов речного флота водоизмещением менее 4 тыс. тонн. Оба судопропускных сооружения представляют собой судоходные каналы, пересекающие створы защитных дамб и перекрываемые быстродействующими затворами в период угрозы наводнения.

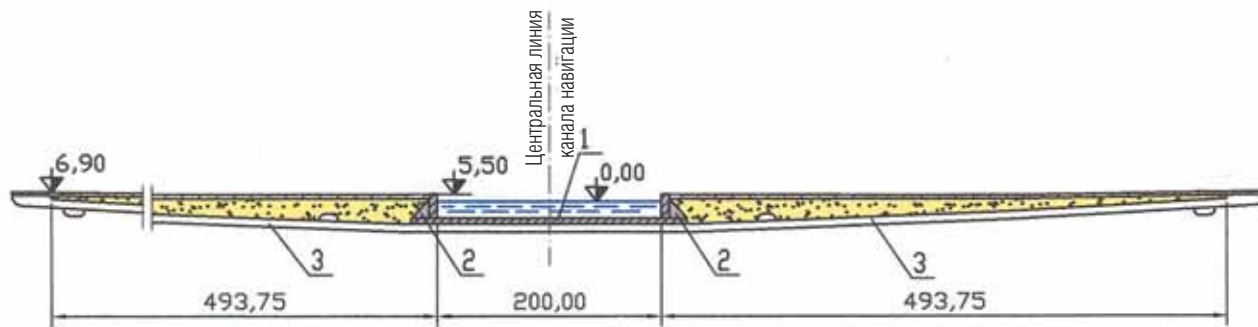
В состав каждого судопропускного сооружения входят подходы судоходные каналы, судоходный пролет с плитой порога, рабочие затворы, доковые камеры, направляющие стенки, волнозащитные молы, волноломы, причалы вспомогательного флота, аванпорт, створные маяки, здания управления судопроходом, автотранспортный туннель под судоходным каналом на С1 и подъемный автодорожный мост над судоходным пролетом на С2. Рабочие затворы, согласно откорректированному проекту для перекрытия 200 м пролета сооружения С1 глубиной 16 м приняты в виде сегментных плавучих батоportов с опорной рамой, для перекрытия 110 м пролета сооружения С2 глубиной 7 м — в виде плоского подъемного затвора с гидроприводом.

Строительство КЗС началось в 1979 году с организации строительной-производственной баз на берегах Невской губы и острове Котлин «Горская», «Котлин» и «Бронка», а также с освоения разведанных Ленгидропроектом для КЗС карьеров песчаных, песчано-гравийных и скальных грунтов на Карельском перешейке.

В 1980 году был уложен первый кубометр бетона в основные сооружения КЗС — водопропускное сооружение В6, в декабре 1984 года осуществлен сухопутный проезд на о. Котлин по сооружениям КЗС, а в 1987 году введен в эксплуатацию в Северных воротах Невской губы комплекс сооружений, обеспечивающий возможность регулирования проточности, с вводом во временную эксплуатацию затворов северных водопропускных сооружений В3, В4, В5 и В6. В апреле 1984 года были начаты работы в Южных воротах Невской губы отсыпкой дамбы Д1 с последующим строительством водопропускных сооружений В1, В2 и дамб Д2 и Д3.

Во время строительства были приняты и осуществлены решения о замене на С2 подводного автотранспортного тоннеля на подъемный разводной мост и о строительстве водопропускных сооружений В2 и В4 наплавным способом. По проекту, наплавные блоки длиной 132,2 м, шириной 18,3 м для В2 и 51,1 м для В4 с осадкой 4,2 м строились в док-шлюзе на стройплощадке «Горская», а затем наплаву буксирами перемещались





**Рис. 3. Судопропускное сооружение С1. Разрез по оси трассы защитных сооружений**

1 — плита судоходного пролета; 2 — направляющие стенки; 3 — автодорожный туннель.

на штатное место, находящееся в 6 км (для В4) или в 20 км (для В2) от док-шлюза. Этот экспериментальный метод строительства, несмотря на существенное увеличение затрат по В2 и В4, позволил получить ценный опыт для проектировавшихся институтом наплавных приливных гидроэлектростанций.

В конце 90-х годов строительство КЗС было практически приостановлено из-за появившихся опасений по поводу предполагавшегося частью общественности и рядом политиков негативного воздействия КЗС на экологию Невской губы. Две комиссии Академии наук СССР, изучавшие влияние КЗС на экологическое состояние акватории, пришли к разным выводам. И только в 1990 году независимая международная комиссия экспертов после изучения в течение года имеющегося гидрологического и экологического банка данных наблюдений и исследований пришла к однозначному выводу, что сооружения КЗС не наносят вред экологии акватории, и рекомендовала закончить строительство КЗС в кратчайшие сроки.

В соответствии с Постановлением Правительства России 1994 года о завершении строительства КЗС проект комплекса защитных сооружений был откорректирован, уточнена стоимость достройки КЗС; проект был рассмотрен Главгосэкспертизой и утвержден в 1996 году Минстроем России.

Новый этап строительства КЗС начался в 2001 году в связи с передачей функций заказчика КЗС от администрации Санкт-Петербурга Госстрою России на основании принятого бюджетного кодекса России.

Госстрой было подготовлено, подписано Правительством и вступило в силу Соглашение о займе с Европейским банком реконструкции и развития на завершение строительства КЗС в размере около 20% полной стоимости завершения строительства.

В 2003 году было создано федеральное казенное предприятие «Северо-Западная дирекция Госстроя России — дирекция комплекса защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений», осуществляющее руководство завершением строительства и последующую эксплуатацию комплекса защиты.

В соответствии с условиями займа Госстроем на конкурсной основе были отобраны:

- ♦ группа реализации проекта Фонда инвестиционных строительных проектов Санкт-Петербурга;
- ♦ консультант-проектировщик — английская компания Halcrow Group Ltd в консорциуме с голландской фирмой DHV и норвежской Norplan;
- ♦ консультант-инженер — консорциум ЗАО «Генинж-консалт», ЗАО Институт «Стройпроект» и фирма Royal Haskoning (Нидерланды).

Работы основного этапа завершения строительства КЗС разделены на 9 контрактов:

- ♦ А1 — завершение строительства В1;
- ♦ А2 — строительство дамбы Д3 и южной части автодорожного тоннеля С1;
- ♦ А3 — завершение строительства С1 с автодорожным тоннелем;
- ♦ А4 — завершение строительства С2 с автодорожным подъемным мостом;
- ♦ А5 — системы электроснабжения, управления, связи и охраны;
- ♦ А6 — завершение строительства В2 и пускового комплекса защитных дамб Д1 и Д2;
- ♦ А7 — дноуглубление под перемычкой С1;
- ♦ А8 — строительство пускового комплекса защитных дамб Д4–Д11;
- ♦ А9 — завершение строительства В3–В6.

Комплекс сооружений защиты Санкт-Петербурга от наводнений является составной частью Генерального плана развития города, важным социальным мероприятием, создает условия для благоустройства приморской зоны и решает ряд народнохозяйственных задач первоочередной государственной важности, в частности:

- ♦ обеспечивает безопасные условия жизни и деятельности многомиллионного населения города и полную сохранность огромных материальных и уникальных культурных и исторических ценностей;
- ♦ предотвращает большой материальный ущерб жилищно-коммунальному хозяйству, промышленным предприятиям и объединениям города и обеспечивает их бесперебойную работу;
- ♦ дает возможность использовать пониженные приморские территории города для жилищного строительства;
- ♦ позволяет построить автотранспортный переход, соединяющий через о. Котлин берега Невской губы, который замкнет кольцевую автомагистраль, позволит разгрузить городские улицы от транзитного транспорта и тем самым оздоровить воздушный бассейн города;
- ♦ создает условия для улучшения гидрологического режима и санитарного состояния акватории Невской губы и освоения прилегающих к КЗС территорий и акватории.

Эффективность проекта завершения строительства КЗС характеризуется высоким показателем внутренней нормы доходности 13,3% при положительном значении чистого дисконтированного дохода и индексе доходности больше единицы (1,37), что свидетельствует об общественной (экономической) целесообразности осуществления проекта защиты Санкт-Петербурга от морских нагонных наводнений.

# ИЗ ИСТОРИИ СТРОИТЕЛЬСТВА КОМПЛЕКСА ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ОТ НАВОДНЕНИЙ

## ВКЛАД ВНИИГ им. Б. Е. ВЕДЕНЕЕВА В СОЗДАНИЕ КЗС



**Василевский А. Г.,**  
к. т. н., директор Экспертного  
центра ОАО «ВНИИГ  
им. Б. Е. Веденеева»

В разные исторические периоды предлагались различные варианты способов защиты Санкт-Петербурга от наводнений. Многие из них, такие, например, как перегородить плотиной Неву, исходили из непонимания основы физических явлений, происходящих в Финском заливе Балтийского моря. Оказалось, что р. Нева лишь незначительно влияет на уровень воды в своей дельте — в пределах 5%.

Наводнение — результат циклонической деятельности на поверхности Балтийского моря в начале Финского залива. Волна нагона, сопровождаемая штормовым ветром, переходя из широкой западной части Финского залива в его узкую восточную часть, нуждается в размещении массы воды и выкатывается на низкие берега дельты р. Невы, на которой и построена старая часть города.

С приходом понимания об истинной причине наводнений появились различные варианты проекта преграды на пути волны. Выбранный вариант преграды через остров Котлин со всех точек зрения оказался оптимальным, хотя и дорогим.

При этом необходимо было:

- ♦ превратить остров Котлин в полуостров со всеми преимуществами для города Кронштадта;
- ♦ облегчить транспортную проблему Санкт-Петербурга за счет отвода от города большей части транзитного автотранспорта;
- ♦ решить экологические проблемы Невской губы (восточной части Финского залива между островом Котлин и Санкт-Петербургом).

Задача компоновки сооружений с учетом этих аспектов была поручена ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева.

С учетом того, что такие крупные и многообразные задачи пока еще не поддаются расчетному (математическому) моделированию процессов, на территории института была построена крупномасштабная гидравлическая модель. Для ее обоснования и построения использовался как отечественный научный опыт, так и зарубежный. Законы моделирования ставят достаточно жесткие условия и ограничения. Особенно четко необходимо было доказать возможность принятия разных масштабных модели для вертикального (глубина воды) и горизонтального моделирования (площадь).

Модель охватывала всю дельту реки Невы и Невскую губу, включая остров Котлин. Специальные насосы и запасы воды позволяли моделировать различные типы наводне-

ний как по их величине (уровню воды), так и по продолжительности. При этом моделировался имеющийся рельеф дна Невской губы с его особенностями: морским каналом, естественными и искусственными отмелями и преградами.

Необходимо было так разместить (скомпоновать) сооружения преграды (сейчас принято ее называть дамбой, хотя таковой она не является, ибо дамба у гидротехников — это «глухая» плотина без прорезей и водоспусков), чтобы не только не ухудшить, но и улучшить экологическое состояние Невской губы за счет ликвидации застойных зон и перераспределения потоков воды в Невской губе. Ведь основной поток воды (около 70%) из р. Невы проходит по так называемому южному створу за счет длинного и глубокого морского канала к Санкт-Петербургскому морскому порту.

Северный створ Невской губы был малопроточным. Водообмен в нем происходил медленно. А это значит, что воды р. Невы испытывают загрязнение сточными и недоочищенными водами с существующих очистных сооружений и осаждают в этом районе токсичные вещества — в том числе и тяжелые, особенно вредные токсичные металлы. Необходимо иметь в виду, что во времена проектирования и начала строительства Комплекса защитных сооружений города от наводнений в р. Неву сбрасывались отходы тысяч предприятий и коммунальных служб.

Поэтому параллельно с защитными сооружениями проектировались и строились канализационные коллекторы и очистные сооружения. Следует отметить, что в самое ближайшее время все 100% сбросов воды попадут через канализационные коллекторы на очистные сооружения.

Таким образом, с самого начала защита города от наводнений и экологические проблемы ставились и решались комплексно.

Перестройка в стране существенно помешала своевременному вводу в эксплуатацию комплекса защитных сооружений, уже к тому времени построенного на 70%.

Для того чтобы заморозить стройку, на щит были подняты вопросы экологической несостоятельности сооружений. Была развернута кампания против строительства КЗС с привлечением общественности, заведомо вводимой в заблуждение относительно отрицательного воздействия строительства на экологическую безопасность Невской губы.

Хочется поставить вопрос: сколь значительный экологический ущерб Невской губе может нанести отсыпанный в



Рис. 1

воду песок (основной материал сооружений), бетон или окрашенные металлоконструкции. Ответ очевиден: минимальный и только кратковременный за счет увеличения локальной мутности при рытье котлованов и отсыпке песка.

Можно ставить вопрос о невмешательстве человека в сложившуюся природную среду. И на этот вопрос ответ очевиден! Тогда не надо было строить город в дельте Невы. А коль скоро он построен, необходимо создать ему приемлемые условия существования, естественно, минимизируя отрицательные экологические последствия, параллельно выполняя компенсационные мероприятия по восстановлению экологии в тех пределах, в которых они оправданы.

По инициативе директора ВНИИГ Б. Г. Картелева в 1989 году Правительство Российской Федерации, несмотря на наличие положительных экологических экспертиз, в том числе Российской академии наук, заказало дополнительную экспертизу Комиссии Международной организации гидравлических исследований как общепризнанной в мире.

Международная экспертиза подтвердила научную обоснованность, объективность и законность заключения по экологической экспертизе проекта, сделанного ГКНТ СССР в 1978 году. Международная комиссия рекомендовала закончить строительство КЗС. Тем не менее стройка возобновилась только в начале нынешнего века.

Необходимо отметить особую роль в окончательном решении вопроса президента Российской Федерации В. В. Путина, который и по сей день, уже будучи премьер-министром, внимательно следит за ходом строительства, лично посещая стройку.

Таким образом, на большой гидравлической модели во ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева была обоснована «прозрачная» компоновка сооружений комплекса, имеющая на протяжении длины 25,4 км 64 отверстия размерами в 20 и более метров каждое. На модели было показано, что с помощью маневрирования затворами водопропускных отверстий (кратковременного закрытия и открытия) можно создавать вдоль сооружений продольные течения для водообмена перед глухими (непрозрачными) участками дамбы.

В институте рассчитывались и моделировались и другие сооружения комплекса. Так, например, обосновывались конструкции крепления дна водопропускных сооружений, в которых во время наводнения могут появиться скорости потока до 5 м/с, угрожающие размыву песчаный грунт. Поэтому водопроводящие тракты закреплены бетоном и рваной скалой.

Поскольку сооружения комплекса находятся в открытом море и испытывают постоянное воздействие морской волны, в институте были разработаны методы крепления откосов грунтовых сооружений. Сейчас эти сооружения построе-



Рис. 2

ны, крепления выдержали многолетние реальные испытания и показали свою надежность.

Особо сложным и ответственным узлом комплекса являются затворы, перекрывающие во время наводнений морской канал шириной 200 м. Затвор запроектирован по патенту российских инженеров и представляет собой сооружение из двух половин, создаваемых по типу подводной лодки, наплавку выводящихся в проран и затапливаемых автоматизированной системой подачи воды в специальные емкости, встроенные в затвор.

Институт принял непосредственное и живейшее участие в обосновании конструкции наплавного затвора, определив и обосновав для конструкторов действующие во время погружения и во время нахождения на пороге нагрузки, как статические (давление воды со стороны Финского залива), так и динамические, в том числе ледовые, так как затвор предназначен для работы и в зимний период при отрицательных температурах воздуха. Особое место в обосновании конструкции затвора заняло уточнение очертаний его обтекаемой нижней части.

Для этого в институте была построена модель затвора (рис. 1). Модельные исследования проходили с участием конструкторов, которые вносили коррективы в конструкторские решения. Проблема заключалась в том, что затвор «не хотел» садиться на порог плавно и «прыгал». Удар конструкции весом в несколько тысяч тонн о порог мог бы привести к повреждению и порога, и самой конструкции затвора. Исследования проводились и на фрагментарных моделях (рис. 2).

В результате усилий ученых института и конструкторов задачу удалось решить. В итоге мы получили уникальную и надежную систему, обеспечивающую защиту города от наводнений повторяемостью раз в 10 000 лет.

В процессе строительства гидротехнических сооружений институт участвует в формировании технических условий на производство работ, подборе строительных материалов, уточнении их характеристик, а также контроле за качеством выполняемых работ, в том числе за состоянием сооружений и конструкций в процессе выполнения работ, путем участия в установке контрольно-измерительной аппаратуры, анализа результатов измерений.

В перспективе институту предстоит участие в организации эксплуатации построенных сооружений, создании автоматизированной системы наблюдений — из-за того, что в процессе возведения сооружений в них заложено несколько тысяч датчиков, контролирующих состояние сооружений. Автоматизированная система наблюдений необходима для своевременности получения показателей состояния, а также уменьшения численности персонала, осуществляющего наблюдения за сооружениями.

# ИНФОРМАЦИЯ О СОСТОЯНИИ СТРОИТЕЛЬСТВА КЗС НА СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ

ФКП «Дирекция КЗС»

Министерство регионального развития РФ



В 2006 году Правительством России по поручению президента подготовлена и утверждена «Программа завершения строительства КЗС», в которой определены необходимые ежегодные объемы работ и источники их финансирования.

**Водопропускные сооружения** — завершены строительные и отделочные работы на северных водопускных сооружениях (В3–В6), завершаются работы по монтажу оборудования. На южных водопускных сооружениях (В1, В2) работы выполнены на 90% и будут полностью завершены в 2009 году.

**Судопропускное сооружение С2** — работы на объекте в целом завершены, проводятся пуско-наладочные работы. Затвор судопропускного сооружения функционирует и прошел все необходимые испытания. Перемычки котлована С2 практически разобраны.

**Подходной канал к С2** — осуществляются работы по дноуглублению фарватера и установке навигационных знаков. По согласованию с ФГУ «Администрация морского порта Санкт-Петербург» навигация судов класса «река-море» будет открыта весной 2009 года.

**Судопропускное сооружение С1** — выполнен основной объем работ, связанный со строительством сооружения и северной части тоннеля. Монтаж затвора судопропускного сооружения будет завершен в декабре текущего года. По согласованию с ФГУ «Администрация морского порта Санкт-Петербург» испытание затвора в канале С1 будет проведено летом 2009 года. Необходимо подчеркнуть, что даже при открытом затворе судопропускного сооружения С1 Санкт-Петербург будет защищен от некатастрофических наводнений. Так, в случае нагонного наводнения до 3 метров и несведенных затворах С1 уровень воды у Горного института не превысит отметку в 1,7 метра, при этом, по статистике, уровень большинства наводнений не превышает отметку в 2,7 метра. Вероятность расчетного катастрофического наводнения с подъемом уровня воды до отметки 4,55 м — один раз в 1000 лет.

**Подходной канал к С1** — завершены строительные работы и навигационное обустройство нового участка Кронштадтского корабельного фарватера, подходной канал передан в эксплуатацию. Открытие 7 октября 2008 года премьер-

министром В. В. Путиным судоходства в комплексе защитных сооружений ознаменовало новый этап в развитии крупнейшего промышленного, транспортного и морского центра Санкт-Петербурга!

Дополнительным требованием ФГУ «Администрация морского порта Санкт-Петербург» в целях обеспечения безопасности мореплавания является строительство третьего створного знака, которое будет завершено в декабре 2008 года.

Переключение судоходства на новый участок подходного канала в октябре 2008 года обусловлено в том числе необходимостью перекрытия существующего прорана в целях исключения угрозы зимних наводнений в 2009 году и завершения строительства южной части тоннеля в 2010 году, обеспечивающего сквозной проезд по кольцевой автодороге.

**Защитные дамбы** — строительство на северном участке КЗС (дамбы Д4–Д11) в основном завершено. По дамбам открыто движение по скоростной автодороге на 6 полос движения, осуществляется прокладка инженерных сетей и систем водоотвода. На южном участке КЗС завершается строительство дамб Д1 и Д2, в границах дамбы Д3 ведутся работы по организации котлована для завершения в 2010 году строительства южной части автодорожного тоннеля. 15 ноября 2008 года в присутствии руководителей администрации президента и города Санкт-Петербурга было завершено перекрытие прорана дамбы Д3 с созданием полного напорного фронта КЗС и открытием технологического проезда автотранспорта от о. Котлин до южного берега Невской губы в районе станции Бронка.

**К настоящему времени** работы на КЗС развернуты по всем направлениям комплекса. До полного окончания стройки в 2011 году с вводом этапов защиты от наводнений в 2008–2009 годах еще предстоит выполнить значительные физические объемы работ.

**В ближайшее время** будет закончено строительство автодороги по северному участку КЗС, включая развязку на о. Котлин, и ряда других объектов КЗС. В полном объеме идут работы, связанные с промышленным дизайном, реставрацией и облицовкой объектов дамб.

# КАМЕННОНАБРОСНЫЕ ПЛОТИНЫ С АСФАЛЬТОБЕТОННЫМИ ДИАФРАГМАМИ



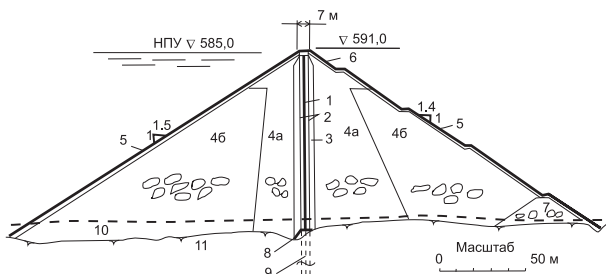
**Радченко В. Г.,**  
к. т. н., помощник научного  
руководителя ОАО «ВНИИГ  
им. Б. Е. Веденеева»



**Филиппова Е. А.,**  
к. т. н., ведущий научный  
сотрудник ОАО «ВНИИГ  
им. Б. Е. Веденеева»

Каменнонабросные плотины с асфальтобетонными диафрагмами — широко применяемый тип плотин в мировой гидротехнической практике. Конструкция такой плотины состоит из противофильтрационного устройства — асфальтобетонной диафрагмы, фильтров — переходных зон из песчано-гравийно-галечниковых грунтов и упорных призм из крупнообломочных грунтов (гравийно-галечниковых или каменной наброски), **рис. 1**.

Известно, что использование асфальта в строительстве насчитывает более 5000 лет. В долине р. Инд существует самый древний и до сих пор действующий водоем, выполненный из каменной наброски на связующем растворе из природного асфальта. В Месопотамии, современном Ираке, Египте и у племени инков в Перу асфальт широко применяли в строительном деле и для гидроизоляции. Однако грунтовые плотины с асфальтобетонными диафрагмами начали возводить относительно недавно. Впервые асфальтовая диафрагма была выполнена в 1933–1934 гг. по предложению создателя и руководителя лаборатории гидроизоляции ВНИИГ проф. П. Д. Глебова на правобережной дамбе Нижне-Свирской плотины. Эта диафрагма представляла собой стенку из металлического шпунта, по обе стороны которой за дощатой опалубкой был залит асфальтовый раствор.



**Рис. 1. Поперечное сечение плотины Сторгловатни:**

1 — асфальтобетонная диафрагма; 2 — фильтр, 0–60 мм; 3 — переходный слой, 0–200 мм; 4а — каменная наброска, 0–400 мм; 4б — каменная наброска, 0–800 мм; 5 — крепление откоса крупным камнем, > 0,5 м<sup>3</sup>; 6 — крепление откоса на гребне плотины отборным камнем, крупнее 1,0 м<sup>3</sup>; 7 — каменный банкет из камня крупнее 0,5 м<sup>3</sup>; 8 — бетонная подготовка; 9 — глубокая цементационная завеса; 10 — аллювий; 11 — скала

Одним из первых примеров устройства асфальтовых диафрагм за рубежом является плотина Валь-де-Гаи в Португалии (1949 г.), где помимо поверхностного асфальтобетонного экрана толщиной 8 см была выполнена также наклонная диафрагма из каменной кладки на асфальтовом литом растворе, покрытая с напорной стороны слоем асфальтобетона толщиной 10–20 см.

Если фильтры, переходные зоны и упорные призмы возводятся общепринятыми в настоящее время методами — послойной укладкой с виброуплотнением (в частности, фильтры и переходные зоны слоями 0,2–0,4 м, а упорные призмы слоями 0,8–1,6 м), то для укладки асфальтобетона в диафрагмы применяют две технологии. По первой — горячий асфальтобетон специального состава в горячем состоянии при температуре порядка +150 °С с содержанием битума 9,5–11,5% заливают в опалубку слоями, минимальная толщина которых определяется расчетом, но практически находится в пределах 0,4–0,6 м. По второй технологии — горячий асфальтобетон также специально подобранного состава при температуре также около +150 °С с содержанием битума 6–9% укладывают с помощью специального комбайна слоями, как правило, 0,2 м и уплотняют катками статического и вибрационного действия. При этом плотность как в первом, так и во втором случаях должна быть такой, чтобы пористость асфальтобетона была менее 3%, что обеспечит требуемый коэффициент фильтрации  $K_{\text{ф}} \leq 10^{-8}$  см/с.

Широкое применение плотин с асфальтобетонными диафрагмами на современном этапе связано с рядом преимуществ, которые в определенных условиях делают эти плотины технологически и экономически более выгодными по сравнению с другими типами.

Строительство плотин с асфальтобетонными диафрагмами менее зависимо от погодных условий, чем плотин с грунтовыми противофильтрационными устройствами. Так, на ход строительства, особенно для диафрагм из литого асфальтобетона, значительно меньше влияют снег и отрицательные температуры. За счет этого строительный сезон может быть увеличен, что в определенной степени влияет на стоимость сооружения.

Асфальтобетон правильно подобранного состава и уплотненный до требуемой плотности является практически водонепроницаемым материалом. Он удобоукладываем, легко уплотняется, пластичный, хорошо сопротивляется суффозии и старению. Адекватно реагирует на деформации тела плоти-

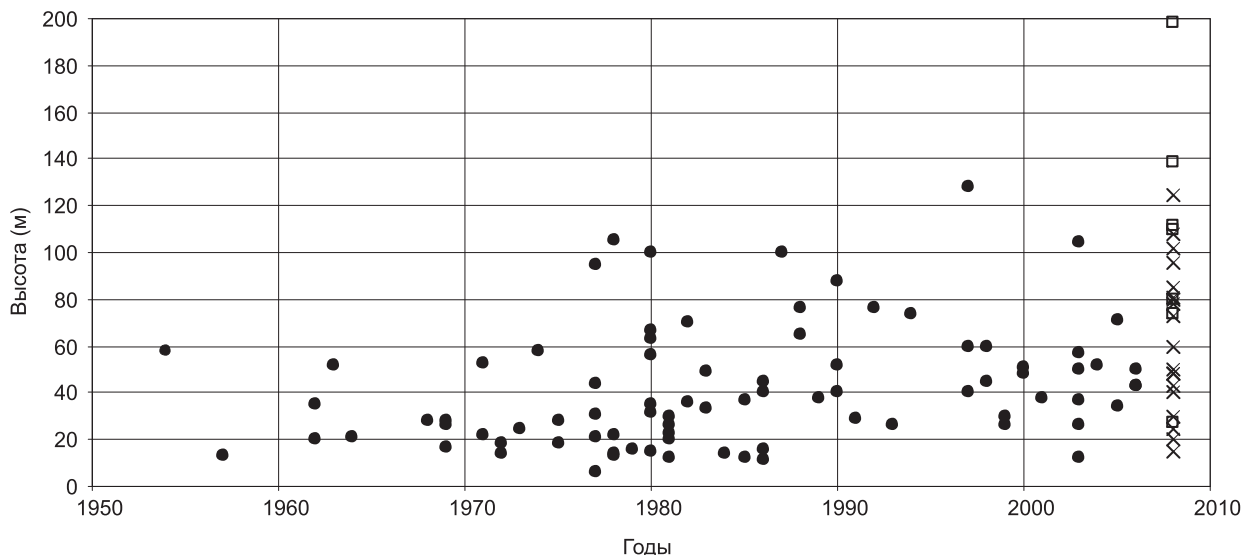


Рис. 2. Строительство каменнонабранных плотин с асфальтобетонными диафрагмами по годам:

• — построены, х — строят, □ — проектируют

ны. Деформации самого асфальтобетона проходят без трещин при дилатансии, что в грунтовых противодиффузионных устройствах могло бы привести к увеличению проницаемости и возможному нарушению фильтрационной прочности. Асфальтобетон обладает способностью к самозалечиванию, в связи с чем плотины с асфальтобетонными диафрагмами особенно перспективны в сейсмоопасных районах.

Асфальтобетон долговечен, чему в определенной степени способствует расположение диафрагмы в центральной части плотины, где асфальтобетон находится в примерно одинаковом температурном режиме без воздействия солнечной радиации, которая способствует окислению и затвердеванию материала. Он остается пластичным и водонепроницаемым на протяжении практически всего времени эксплуатации плотины.

Асфальтобетон — технологичный материал. Изменяя количество битума, возможно легко приспособлять работу диафрагмы к различным по деформируемости основаниям, размещая плотины не только на скальных, но и на сжимаемых (аллювиальных) основаниях. Применяемая технология возведения плотин с асфальтобетонными диафрагмами позволяет наполнять водохранилища по мере строительства диафрагм, что дает возможность начинать эксплуатацию гидрозвулов на промежуточных напорах.

По конструкции асфальтобетонные диафрагмы делятся на вертикальные, наклонные и с переменным наклоном. При больших неравномерных осадках и в районах высокой сейсмической активности предпочтительнее вертикальное центральное расположение диафрагмы, так как в этих случаях диафрагма подвергается меньшим сдвигающим напряжениям. При наклонном же положении диафрагмы лучше осуществляется передача давления на низовую призму плотины.

Конструктивные размеры диафрагмы назначают на основании анализа работы плотин-аналогов, лабораторных исследований и расчетов с учетом физико-механических свойств используемых составов асфальтобетонов, температурного режима и деформаций сооружения. Для плотин выше 60 м в общем случае начальную ширину диафрагмы у гребня рекомендуют назначать равной 50–60 см, увеличивая ее к низу по формуле  $(0,005-0,008) \cdot H$ , где  $H$  — расстояние от верха диафрагмы до рассматриваемого сечения по высоте в см. Это примерно соответствует правилу, что ширина диафрагмы равна 1% от напора на глубине ниже 50 м. Обычно уменьшение ширины диафрагмы по мере роста плотины по высоте осу-

ществляют ступенями по 0,1 м. Однако современное строительное оборудование позволяет осуществлять сужение постепенно, если это экономически оправдано.

Несмотря на то что строительство рассматриваемых плотин в 21 стране мира построены 84 большие плотины с асфальтобетонными экранами. Больше всего плотин построено в Германии (27), Китае (20) и Норвегии (10), рис. 2, 3. Наиболее высокая из построенных — плотина Сторгломватн (125 м) — возведена в Норвегии в 1997 году.

Первую плотину с диафрагмой из уплотняемого асфальтобетона — Хенне, высотой 58 м, построили в Германии в 1955 году. Возведение диафрагмы осуществила известная немецкая строительная фирма «Штрабат Бай АГ». С учетом полученного положительного опыта этой фирмой к 1964 году в Германии были построены еще 5 плотин с асфальтобетонными диафрагмами. В дальнейшем активное строительство плотин этого типа началось и в других странах. Только с участием фирмы «Штрабаг» к 2006 году было построено 40 плотин. Из них 23 в Германии и 17 за рубежом — в Австрии, Великобритании, Гонконге, Норвегии, Омане, Франции, Эквадоре, Эфиопии и Японии. Среди построенных такие высокие плотины, как: Хай Айленд западная (95 м), Хай Айленд восточная (105 м), Финстерталь (100 м), Фейстрицбах (88 м) и др.

В 2008 году в Болгарии, Китае, Саудовской Аравии, Бразилии, Норвегии, Канаде и Македонии находились в строительстве еще 19 плотин. Наиболее высокая из них плотина Йеле в Китае (125 м). Известно, что в Турции, Болгарии, Доминиканской Республике, Иране и Китае проектируют еще 7 плотин, из которых китайская плотина Хузиан имеет рекордную высоту — 198 м.

Начало активного строительства плотин с диафрагмами из уплотняемого асфальтобетона было связано не только с благоприятными климатическими и инженерно-геологическими условиями расположения створов, но также и тем, что привлеченной к работе фирмой «Штрабаг» была разработана высокотехнологичная технология возведения диафрагм, основанная на одновременной послойной укладке тонкими слоями как асфальтобетона диафрагмы, так и слоев фильтров. Такая укладка осуществлялась слоями 20 см с помощью специально разработанного комбайна (рис. 4).

Когда в 1980 году началось интенсивное строительство плотин с асфальтобетонными диафрагмами в Норвегии, яв-



**Рис. 3. Количество построенных грунтовых плотин с асфальтобетонными диафрагмами по странам мира:**

1 — Германия; 2 — Китай; 3 — Норвегия; 4 — Австрия; 5 — Япония, Англия, ОАЭ; 6 — Гонконг, Испания, Иран; 7 — Эквадор, Эфиопия, Чили, Бельгия, Оман, Франция, Южная Африка, Россия

ляющей мировой лидером в производстве электроэнергии на душу населения — 26176 кВт/чел./год (табл. 1), в этой стране был выпущен комбайн собственной конструкции. С их помощью в последующие годы фирмой «Коло Вейдекке» было осуществлено строительство ряда плотин для гидроузлов энергетического направления как в Норвегии, так и за ее пределами.

Благодаря тому, что в Норвегии в последние 15 лет было организовано широкое строительство плотин с асфальтобетонными диафрагмами, именно в этой стране и была разработана самая современная технология возведения диафрагм из уплотняемого асфальтобетона. Анализ показал, что система исследований, характер проектирования и технология строительства, описанные в трудах Норвежского Геотехнического Института (НГИ), в периодической печати и монографиях, в частности профессора Кааре Хёзга — бывшего директора НГИ и президента Международной комиссии по большим плотинам, хотя и согласуются с общемировой практикой строительства плотин с асфальтобетонными диафрагмами, но имеют определенную специфику, сущность которой сводится к следующему.

При подборе состав заполнителей в смеси должен находиться в пределах от 0 до 16–18 мм и отвечать кривой Фуллера в соответствии с уравнением:

$$P_i = \left( \frac{d}{d_{\max}} \right)^{0,41} \cdot 100 \%,$$

где  $P_i$  — процент частиц по весу меньших, чем эквивалентный размер по зерновому составу  $d_i$ .

Содержание битума (В-180 по зарубежной классификации) обычно немного больше, чем это теоретически необходимо для полного заполнения пор между частицами заполнителя, что соответствует 5,5–6,0% от общего веса. В этом случае смесь легко укладывается и уплотняется до требуемой пористости в 3% и менее, при которой асфальтобетон становится практически водонепроницаемым даже при высоких давлениях. Его коэффициент фильтрации достигает  $10^{-8}$  см/с и менее.

В норвежской практике обычно придерживаются положения, что содержание битума в разных образцах не должно отличаться более чем на  $\pm 0,3\%$ .

Заполнитель, отвечающий кривой Фуллера, должен иметь примерно следующий состав:



**Рис. 4. Возведение диафрагмы на плотине Мускат в Омане в 1993 г. комбайном 3-го поколения**

Размер фракций (мм)	Вес (%)
8–18	28
4–8	18
2–4	13
0,075–2	28
0–0,075 (наполнитель)	13

Для отдельных фракций допускаются следующие отклонения:

- ♦ для частиц > 2 мм  $\pm 6\%$ ;
- ♦ для частиц 0,25–1 мм  $\pm 4\%$ ;
- ♦ для частиц = 0,125 мм  $\pm 3\%$ ;
- ♦ для частиц = 0,075 мм  $\pm 2\%$ .

Примерно 50% заполнителя рекомендуется получать дроблением гравия. Наполнитель (< 0,075 мм) может состоять из мелочи, получаемой при дроблении, и частиц дробленого известняка, а также цемента.

Производительность автоматизированного асфальтобетонного завода должна быть рассчитана на выпуск асфальтобетонной смеси, требующейся для укладки двух слоев в течение 24 часов. Все операции по приготовлению смеси, включая и контроль состава заполнителей, температуру заполнителей и битума, окончательный состав смеси и пр., автоматизированы. Если состав заполнителей нарушается, завод останавливают. Контроль оборудования на заводе осуществляют 1 раз в неделю.

При работе комбайна в процессе нагрева поверхности уже уложенного асфальтобетона открытое пламя не должно его касаться. Все части комбайна, контактирующие с асфальтобетоном, также нагреваются перед началом укладки.

Для одновременного уплотнения слоя диафрагмы и слоев фильтра (переходной зоны) применяют 3 самоходных легких вибротракта. Для диафрагмы каток должен иметь ширину вальца не более чем на 0,1 м шире диафрагмы. Минимальный вес катка для диафрагмы — 1,5 т.

Предназначенная для укладки в диафрагму асфальтобетонная смесь проходит серию лабораторных исследований.

Транспорт асфальтобетонной смеси, ее укладка и уплотнение требуют специального оборудования. Во время уплотнения температура асфальтобетона должна быть от 140 °С до 155 °С. Если температура превышает 155 °С, то ее необходимо охлаждать.

Асфальтобетонную смесь укладывают и уплотняют горизонтальными слоями 0,2 м ( $\pm 3$  см). Пористость смеси должна быть меньше, чем 3% (от общего объема после уплотнения).

Страны — лидеры выработки электроэнергии на ГЭС и на всех видах энергетических установок

№ п/п	Страна	Население, млн чел.	Гидроэнергетический потенциал, ГВт·ч/год			Уст. мощность ГЭС, МВт	Выработка, ГВт·ч/год	Выработка на ГЭС от общей, %	Выработка на чел. в кВт·ч/год		Место в мире по выработке	
			Теоретический	Технический	Экономический				На ГЭС	На всех энергоустановках	На ГЭС	На всех видах энергоустановок
1	Бразилия	187	2 280 000	1 300 000	763 500	83 752	331 678	76,7	1 774	2 316	4	11
2	Великобритания	60,5	—	5 603	—	1 368	3 228	0,5	54	10 672	12	5
3	Индия	1 130	2 637 800	660 000	442 000	37 000	121 650	17,1	108	630	11	12
4	Италия	59	150 000	69 000	54 000	17 459	38 481	12,3	652	5 303	8	9
5	Испания	45,2	162 000	61 000	37 000	18 446	23 286	7,9	516	6 522	9	8
6	Канада	33,3	2 224 000	981 000	536 000	72 660	350 000	59	10 510	17 814	2	2
7	Китай	1 330	6 083	2 474 000	1 750 000	147 000	475 000	14	360	2 571	10	10
8	Норвегия	4,7	600 000	—	205 100	29 040	121 800	99	25 914	26 176	1	1
9	Россия	141,7	2 295 000	1 670 000	852 000	47 000	170 000	18	1 200	6 670	5	7
10	США	299	4 488 192	528 500	376 000	78 200	270 000	7	903	12 900	7	4
11	Швеция	9,1	200 000	130 000	90 000	16 300	65 000	53	7 143	13 477	3	3
12	Франция	61,2	200 000	—	72 000	25 200	64 600	11,1	1 056	9 514	6	6

При этом слои асфальтобетонной диафрагмы и фильтров укладывают одновременно, с некоторым опережением слоя диафрагмы. При укладке слои диафрагмы и фильтров должны быть одной высоты, и уплотняют их виброкатками параллельно. В течение 24-х часов не укладывают более 2-х слоев. В отдельных случаях слои диафрагмы и фильтров могут превышать слой переходной зоны, но не более чем на 0,4 м.

При строительстве плотины на скальном основании контакт между бетонной плитой в основании и низом диафрагмы должен быть покрыт слоем асфальтовой мастики толщиной 10 мм. Поверхность бетона должна быть чистой и сухой, отпескоструенной или отмытой для получения хорошей адгезии между бетоном и мастикой. Поверхность бетона нужно нагревать перед нанесением мастики до температуры 150 °С. Ширина слоя мастики вдоль полосы гидроизоляции должна быть на 0,5 м шире, чем ширина диафрагмы. Шпонки должны быть выполнены из материала, который может противостоять высокой температуре горячей мастики.

Первых два слоя диафрагмы, уложенные по поверхности основания (по мастике), должны быть несколько шире диафрагмы. В местах, где не может работать комбайн, рекомендуется вести работы по укладке асфальтобетона вручную. При этом для уплотнения используют трамбовки, а требования к температуре смеси и пористости после уплотнения должны быть такими же, как и при машинной укладке.

Для качественного сопряжения соседних по высоте слоев контактные поверхности должны быть чистыми, сухими и предварительно нагретыми перед укладкой следующего слоя. Для транспорта, пересекающего диафрагму, необходимо строить временные мосты — переезды.

Меры по обеспечению и по контролю качества асфальтобетона осуществляются в процессе всего производства работ на каждом его этапе, начиная от мониторинга производства смеси на асфальтобетонном заводе и операций по укладке смеси до отбора образцов из уложенной диафрагмы.

Фракции заполнителя должны быть сухими, а их температура не должна превышать 200 °С. Температура асфальтобетонной смеси не должна быть выше 160 °С.

В норвежской практике для фильтров используют обычно дробленый материал прочных скальных пород и естественный гравийно-галечниковый материал, который после

сортировки имеет гранулометрический состав в пределах 0–60 мм при  $d_{50} > 10$  мм и  $d_{15} < 10$  мм. Слои фильтров укладывают и уплотняют одновременно со слоем диафрагмы, чтобы обеспечить опору для горячего асфальтобетона. Фильтры укладывают на их полную проектную ширину и уплотняют за 3–6 проходов легкого самоходного виброкатка с минимальным весом 1,5 т.

Современный отечественный опыт строительства асфальтобетонных диафрагм отличается от описанного выше норвежского тем, что в связи с более сложными инженерно-геологическими и более суровыми климатическими условиями, стремлением продлить строительный сезон за счет зимних месяцев, а также для повышения производительности при укладке диафрагм, их возводили и возводят с применением литого самоуплотняющегося асфальтобетона. С помощью этой технологии построена плотина Ирганайской ГЭС высотой 101 м и строят плотину Богучанской ГЭС высотой 77 м.

Данные натурных наблюдений за деформациями асфальтобетонных диафрагм указывают на то, что практически на всех и прежде всего на самых высоких построенных в мире плотинах — Финстерваль, Сторватн, Сторгломватн, Ирганайская и др. — величины осадок и смещений диаграмм, зависящие прежде всего от качества укладки и уплотнения крупнообломочных грунтов, находятся в пределах, не вызывающих каких-либо опасений в части надежности плотин не только в первые годы после завершения их строительства, но и при длительной эксплуатации.

При строительстве плотины на скальном основании, в условиях умеренного климата и при производстве работ только при положительных температурах воздуха, а также при возможности использования механизированных комплексов — более рациональной технологией может оказаться технология уплотняемого асфальтобетона. В случае размещения плотины на нескальном сжимаемом основании, в условиях сурового климата и необходимости вести работы в зимних условиях более экономичной может быть технология литого асфальтобетона. Но, независимо от выбора способа укладки асфальтобетонных диафрагм, сам тип плотины остается высоконадежным, экономически эффективным и конкурентноспособным при сравнении с другими типами плотин из грунтовых материалов.



# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ РЕМОНТА БЕТОННЫХ СООРУЖЕНИЙ, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД ВОДОЙ



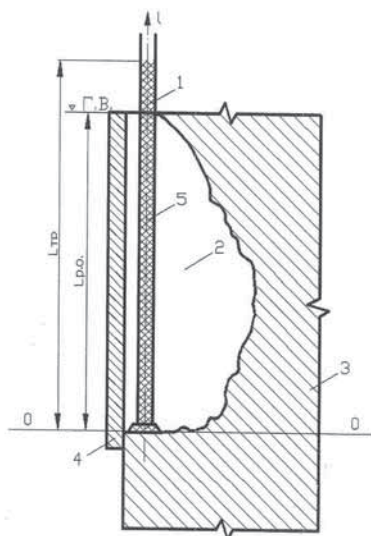
**Давиденко В.М.,**  
д. т. н., ведущий научный сотрудник  
ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева»

Технология использования литых ремонтных материалов бетонов и растворов является эффективным и высокотехнологичным способом бетонирования разрушенных конструкций сложной конфигурации, насыщенных арматурой и закладными деталями, расположенных в труднодоступных местах, например под водой, где подача, укладка и проработка ремонтных бетонных смесей особенно затруднены.

Для многих бетонных и железобетонных конструкций применение подобных самоуплотняющихся смесей дает возможность сократить трудозатраты на укладку бетона и повысить темпы бетонирования, используя высокопроизводительные механизмы и оборудование.

При этом способе заполнения объема дефекта в бетонной конструкции, находящейся под водой или в зоне переменного горизонта воды, производится следующим образом: во внутрь дефектного места бетонной кладки опускается бетонолитная труба с заглушкой на ее нижнем торце. При наличии дефекта с наружной стороны бетонной кладки, например при ремонте бетона переменного горизонта воды, устанавливается водолазми стационарная или гравитационная опалубка (рис. 1).

Затем бетонолитная труба наполняется ремонтным литым цементным раствором или бетоном специального состава, освобождается от заглушки и бетонолитная труба постепенно поднимается вверх. При этом рассмотренный материал: цементный раствор специального состава, в результате разности объемного веса ремонтного материала  $\gamma_b$  и воды  $\gamma_w$  и за счет разности их уровней, приходит в движение, постепенно заполняя дефектное место в бетоне конструкции и вытесняя из него воду.



**Рис. 1. Схема ремонта дефектного бетона:**

1 – питательная труба; 2 – ремонтный объем; 3 – бетон конструкции; 4 – стационарная или гравитационная опалубка; 5 – литой цементный бетон

В статье рассматриваются два случая заполнения дефектного объема бетона конструкций, а именно: самотеком через постепенно поднимаемую трубу и заполнение через трубу нагнетанием специальным ремонтным материалом, ремонтным раствором или бетоном.

## 1. Определение времени, необходимого для заполнения ремонтного объема литым цементным материалом (раствор или бетон) самотеком через постепенно поднимаемую бетонолитную трубу.

Для обеспечения наиболее плотного заполнения литым цементным бетоном ремонтного объема подъем бетонолитной трубы осуществляется со скоростью, при которой нижний конец ее не отрывается от свободной поверхности цементного бетона заполнения. Иными словами, скорость подъема трубы  $v_{mp}$  не должна превышать скорости заполнения ремонтного объема  $v_{p.o.}$ , то есть

$$v_{mp} \leq v_{p.o.} \quad (1)$$

Основная задача исследований, результаты которых излагаются ниже, — установить график подъема трубы, соблюдая условия (1), и определить предельную высоту подъема при заполнении ее литым цементным бетоном на высоту  $L_b$ .

В начальный момент подъема нагнетательной трубы нижний торец ее освобождается от заглушки, и литой цементный бетон под действием разности напоров  $\Delta H_0$  начинает двигаться вдоль трубы:

$$\Delta H_0 = H_0^B - H_0^H \quad (2)$$

или

$$\Delta H_0 = L_{mp} - L_{p.o.} \frac{\gamma_w}{\gamma_b}, \quad (3)$$

где  $L_{p.o.}$  — высота ремонтного объема;  $L_{mp}$  — высота трубы.

В момент времени  $t$ :

$$\Delta H_t = h_b - h_w \frac{\gamma_w}{\gamma_b}, \quad (4)$$

где  $h_w$  и  $h_b$  — показаны на рис. 2. Если учесть, что:

$$h_b = L_{mp} - ln \quad \text{и} \quad h_w = L_{p.o.} - l, \quad (5)$$

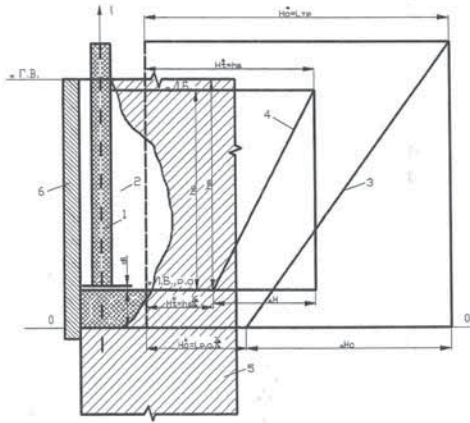
то вместо (4) получим:

$$\Delta H_t = L_{mp} - ln - (L_{p.o.} - l) \frac{\gamma_w}{\gamma_b} \quad (6)$$

или

$$\Delta H_t = L_{mp} - \frac{L_{p.o.}}{m} - l \left( n - \frac{1}{m} \right). \quad (7)$$

В зависимости (5), (6), (7) —  $n = \Omega / \omega$ , где  $\Omega$  — площадь поперечного сечения ремонтного объема;  $\omega$  — площадь поперечного сечения трубы;  $m = \gamma_b / \gamma_w$ .



**Рис. 2.** Расчетная схема заполнения ремонтного объема литым цементным раствором или бетоном через поднимаемую по мере заполнения ремонтного объема бетонолитную трубу:

1 – питательная труба; 2 – ремонтный объем бетона; 3 – пьезометрическая линия в начальный момент заполнения ремонтного объема ( $t = 0$ ); 4 – пьезометрическая линия в момент времени  $t$  после начала заполнения ремонтного объема; 5 – бетон конструкции; 6 – опалубка стационарная или гравитационная

За элементарный промежуток времени  $dt$  из трубы в ремонтный объем поступает объем материала

$$W = Qdt, \quad (8)$$

где  $Q$  — расход материала в трубе.

При этом за время  $dt$  уровень литого цементного бетона в ремонтном объеме поднимается на величину  $dl$ , а приращение объема литого цементного объема будет

$$W = \Omega dl. \quad (9)$$

Приравняв правые части равенств (8) и (9) получим:

$$Qdt = \Omega dl. \quad (10)$$

Литые цементные растворы и бетоны в процессе их приготовления и укладки с достаточной точностью для практических расчетов подчиняются бингамовской зависимости между напряжением и скоростью относительной деформации вида:

$$(\tau - \tau_0) = \eta_0 \dot{\epsilon} \quad (11)$$

где:  $\eta_0$  — наибольшая структурная вязкость (Па·с);  $\tau$  — действующее локальное напряжение (Па);  $\tau_0$  — предел текучести (Па);  $\dot{\epsilon}$  — скорость относительной деформации (1/с).

Секундный объемный расход при движении литого бетона по нагнетательной трубе под действием градиента напора может быть в общем виде записан в виде:

$$Q = \frac{\pi R^4 \gamma_0 J}{4 \eta_0} f\left(1 - \frac{\tau_0}{R \gamma J}\right), \quad (12)$$

где:  $R$  — радиус трубы;  $J$  — градиент напора, вызывающий движение литого бетона;

$$f\left(1 - \frac{\tau_0}{R \gamma J}\right) = \left[ \left(1 - \frac{2\tau_0}{R \gamma J}\right)^2 - \frac{2}{3} \left(1 - \frac{2\tau_0}{R \gamma J}\right)^3 + \frac{1}{6} \left(1 - \frac{2\tau_0}{R \gamma J}\right)^4 \right]. \quad (13)$$

В предположении того, что составы литых цементных бетонов можно запроектировать таким образом, что предел те-

кучести их будет или близок к нулю или практически равен нулю. Тогда (12) переписывается к виду:

$$Q = \frac{\pi R^4 \gamma_0 J}{8 \eta_0}, \text{ при } \tau_0 = 0 \quad (14);$$

обозначая:

$$\frac{\pi R^4 \gamma_0 J}{8 \eta_0} = A \quad (15),$$

зависимость (10) переписывается к виду:

$$A J dt = \Omega dl \quad (16)$$

или

$$dt = \frac{\Omega}{A J} dl \quad (17);$$

градиент напора, согласно рис. 2, может быть записан в виде:

$$J = \frac{\Delta H_t}{h_0} = \frac{L_{mp} - \frac{L_{p.o.}}{m} - l \left(n - \frac{1}{m}\right)}{L_{mp} - ln} \quad (18)$$

Подставляя (18) в (17), получим:

$$dt = \frac{\Omega}{A} \frac{L_{mp} - nl}{L_{mp} - \frac{L_{p.o.}}{m} - l \left(n - \frac{1}{m}\right)} dl \quad (19)$$

Введем обозначения:

$$L_{mp} - \frac{L_{p.o.}}{m} = k; \quad n - \frac{1}{m} = c \quad (20)$$

С учетом (20) зависимость (19) примет вид:

$$t = \frac{\Omega}{A} \int \frac{L_{mp} - nl}{k - lc} dl \quad (21)$$

После интегрирования и определения постоянной интегрирования при условии: при  $t = 0$  и  $l = 0$ , получим:

$$t = \frac{\Omega}{A} \left[ \left( \frac{nk}{c^2} - \frac{L_{mp}}{c} \right) ln \frac{k - lc}{k} + \frac{nl}{c} \right] \quad (22)$$

или, учитывая (20), получим окончательно:

$$t = \frac{\Omega 8 \eta_0}{\pi R^4 \gamma_0} \left\{ \left[ \frac{n \left( L_{mp} - \frac{L_{p.o.}}{m} \right)}{\left( n - \frac{1}{m} \right)^2} - \frac{L_{mp}}{n - \frac{1}{m}} \right] \times \right. \\ \left. \times ln \frac{\left( L_{mp} - \frac{L_{p.o.}}{m} \right) - l \left( n - \frac{1}{m} \right) + \frac{nl}{m}}{L_{mp} - \frac{L_{p.o.}}{m} - \frac{nl}{m}} \right\} \quad (23)$$

По (23) определяется время, необходимое для заполнения ремонтного объема поперечного сечения  $\Omega$  и длиной  $l$ , литым цементным бетоном на глубину  $l$ . Это позволяет установить график заполнения ремонтного объема.

Предельная высота подъема трубы при каждом приеме заполнения определяется с соблюдением равенства:

$$h_{\epsilon} \gamma_0 = h_0 \gamma_0 \quad (24)$$

С учетом (5) зависимость (24) примет вид:

$$(L_{p.o.} - l)\gamma_6 = \left( L_{mp} - l \frac{\Omega}{\omega} \right) \gamma_6 \quad (25)$$

Решая (25) относительно  $l$  с учетом (20), получим:

$$l = \frac{L_{mp}m - L_{p.o.}}{mn - 1} \quad (26)$$

По зависимости (26) определяем предельную высоту подъема трубы при заполнении ее литым цементным бетоном на высоту  $l$ .

## 2. Определение времени, необходимого для заполнения ремонтного объема литым цементным бетоном через трубу нагнетателем.

Труба в процессе заливки литого цементного бетона в процессе нагнетания в ремонтный объем остается в положении, представленном на рис. 1.

Процесс заполнения ремонтного объема литым цементным бетоном этим способом заключается в том, что труба опускается во внутрь ремонтного объема и подключается к насосу для перекачки литого цементного бетона или раствора.

Под воздействием начального давления  $P_0$  от насоса или компрессора, разности уровней литого цементного бетона (или раствора) в трубе и воды в ремонтном объеме, а также разности их объемных весов литой цементный бетон (или раствор) приходит в движение, заполняя ремонтный объем снизу вверх и вытесняя тем самым воду.

Согласно принятой расчетной схеме (рис. 3), напор в верхнем сечении ремонтного объема литого цементного материала составит:

$$H^e = L_{mp} + \frac{P_0}{\gamma} \quad (27),$$

где  $P_0$  — давление на верхнем торце нагнетательной трубы.

Напор в нижнем сечении трубы в начальный момент заполнения ремонтного объема литым цементным материалом составит:

$$H_0^u = L_{p.o.} + \frac{\gamma_6}{\gamma_6} \quad (28)$$

Напор в нижнем сечении нагнетательной трубы в момент времени  $t$ :

$$H_t^u = L_{p.o.} \frac{\gamma_6}{\gamma_6} + l \left( 1 - \frac{\gamma_6}{\gamma_6} \right) \quad (29)$$

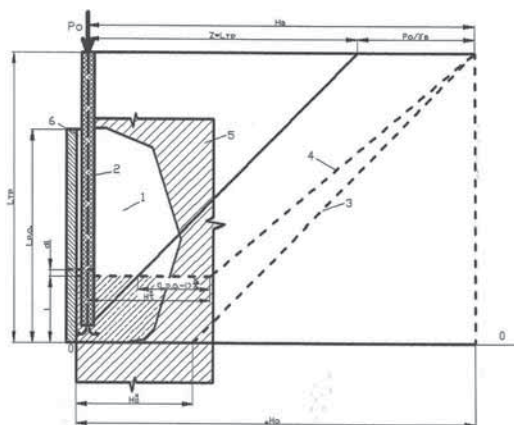


Рис. 3. Расчетная схема заполнения ремонтного объема литым цементным раствором или бетоном через питательную трубу нагнетанием:

1 — ремонтная область бетона, заполненная водой; 2 — нагнетательная труба, заполненная литым цементным бетоном; 3 — пьезометрическая линия в начальный момент времени ( $t = 0$ ); 4 — пьезометрическая линия в момент времени  $t$ ; 5 — бетон конструкции; 6 — стационарная или гравитационная опалубка

Разность напоров в начальный момент времени:

$$\Delta H_0 = H^e - H_0^u = L_{mp} + \frac{P_0}{\gamma_6} - L_{p.o.} \frac{\gamma_6}{\gamma_6}. \quad (30)$$

В момент времени  $t$ :

$$\Delta H_0 = H^e - H_t^u = L_{mp} + \frac{P_0}{\gamma_6} - L_{p.o.} \frac{\gamma_6}{\gamma_6} l \left( 1 - \frac{\gamma_6}{\gamma_6} \right). \quad (31)$$

За элементарный промежуток времени  $dt$  из нагнетательной трубы в ремонтный объем поступит объем материала:

$$W = Qdt. \quad (32)$$

За это же время уровень литого цементного бетона в ремонтном объеме поднимется на  $dl$ , и приток литого цементного бетона составит:

$$W = \Omega dl, \quad (33)$$

где  $\Omega$  — площадь «зеркала» литого цементного бетона в ремонтном объеме.

Из равенства (32) и (33) получаем, что:

$$Qdt = \Omega dl. \quad (34)$$

Без учета трения при движении в ремонтном объеме и предела текучести секундный расход литого цементного бетона в трубе будет:

$$Q = \frac{\pi R^4 \gamma_6 J}{8 \eta_0}, \quad (35)$$

где  $R$  — радиус трубы (внутренний);  $\eta_0$  — наибольшая структурная вязкость;  $J = \Delta H_t / L_{mp}$  — градиент напора.

Подставляя (35) в (34), получаем:

$$\frac{\pi \gamma_6 R^4}{8 \eta_0 L_{mp}} \Delta H_t dt = \Omega dl, \quad (36)$$

а с учетом (31) будем иметь:

$$\frac{\pi \gamma_6 R^4}{8 \eta_0 L_{mp}} \left[ L_{mp} + \frac{P_0}{\gamma_6} - L_{p.o.} \frac{\gamma_6}{\gamma_6} - l \left( 1 - \frac{\gamma_6}{\gamma_6} \right) \right] dt = \Omega dl. \quad (37)$$

Введем обозначения:

$$B = \frac{\pi \gamma_6 R^4}{8 \eta_0 L_{mp} \Omega} \left( L_{mp} + \frac{P_0}{\gamma_6} - L_{p.o.} \frac{\gamma_6}{\gamma_6} \right), \quad (38)$$

$$b = \frac{\pi \gamma_6 R^4}{8 \eta_0 L_{mp} \Omega} \left( \frac{\gamma_6}{\gamma_6} - 1 \right) \quad (39)$$

и, проводя интегрирование (37), а постоянная интегрирования находится из графического условия при  $t = 0$  и  $l = 0$ , получим:

$$t = \frac{1}{b} \ln \frac{B + Bl}{B}. \quad (40)$$

По зависимости (40) определим время, в течение которого уровень литого цементного бетона в ремонтном объеме поднимается на высоту  $l$ .

### Выводы:

1. Полученные аналитические зависимости могут быть также использованы при назначении технологических режимов при устройстве буронабивных свай на этапе заполнения свай литым бетоном или раствором.

2. В статье не рассматриваются вопросы, связанные с сопротивлением течению материала заполнения при наличии арматурного каркаса в полости сваи, но такие уточнения могут быть сделаны по ходу рассмотрения статьи, незначительно изменив ее содержание.

# ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ КАБЕЛЬНОГО ТОННЕЛЯ И КАБЕЛЬНОЙ ШАХТЫ БУРЕЙСКОЙ ГЭС



**Таймасханов А. М.,**  
управляющий строительными проектами ООО «Геоизол»

Основным гидротехническим сооружением строящейся Бурейской ГЭС является бетонная плотина гравитационного типа, после окончания строительства она должна иметь высоту 140 метров и длину по гребню 719 метров. Установленная мощность гидроузла — 2000 МВт.

Электростанция запроектирована таким образом, что трансформаторная подстанция расположена на высоте порядка 100 метров от плотины. Электроэнергия, которая вырабатывается генераторами, поступает к ней по кабелям мощностью до 500 кВ по кабельному тоннелю и кабельной шахте, которые должны быть пройдены в скальном массиве. В связи с этим подземные выработки должны быть абсолютно сухими. Поэтому было принято решение: помимо классических методов герметизации — инъектирования цементными растворами и установок в швы гидротехнических шпонок, провести дополнительное инъектирование полиуретановыми смолами.

Для решения поставленной задачи было принято решение использовать материалы немецкой фирмы Minova Carbotech GmbH. Для проведения технологических консультаций на объект были приглашены специалисты этой фирмы.

## Описание проведенных работ

1. Перед бетонированием очередного блока кабельного тоннеля к скале по своду тоннеля в несколько рядов прикреплялись перфорированные инъекционные шланги разного диаметра: три толстых шланга для инъектирования цементным раствором и шесть для дополнительной инъекции полиуретановой смолой. Кроме того, в местах больших вывалов скалы, образовавшихся при проходке тоннеля, устанавливались металлические трубки для проведения дополнительной цементации этих пустот после бетонирования. Также инъекционные шланги устанавливались в торцевых частях уже готовой бетонной отделки (предыдущего блока), как в строительных швах, так и в антисейсмических. Эти шланги являлись второй гарантированной защитой, так как в швах уже были установлены гидротехнические шпонки.

2. После окончания бетонирования производилось инъектирование пространства между бетонной отделкой и скальным массивом цементным раствором, сначала в инъекцион-

ные металлические трубки, а затем в инъекционные шланги. Таким образом, выполнялись работы по дополнительной цементации.

Затем оставшиеся 6 шлангов инъектировались полиуретановой смолой Bevedol WX–Bevedap, которая заполнила после цементации небольшие зазоры и образовавшиеся в бетонной отделке трещины. Этой же смолой были заинъектированы рабочие швы бетонирования.

3. Инъекционные шланги антисейсмических швов были заинъектированы эластичной полиуретановой смолой Carbo Crack Seal. Данная смола отличается хорошей адгезией (прилипанием) к сухим и влажным бетонным поверхностям, а также хорошим сопротивлением к разрыву. Она имеет низкую температуру стеклования, т. е. выдерживает условия низких температур, не становясь хрупкой и не разрушаясь из-за температурного или механического расширения швов и трещин.

4. В кабельной шахте инъекционные шланги устанавливались только по горизонтальным швам, за исключением камер пожаротушения — там шланги устанавливались и по скальному своду.

Мероприятия по инъектированию цементных растворов и полиуретановых смол выполнялись только после бетонирования, то есть задержек времени по возведению бетонной отделки не было. Монтаж инъекционных шлангов производился параллельно армированию очередной бетонной захватки.



**Гидроизоляция тоннелей и шахт с применением пенополиуретановых и акрилатных смол**



Бурейская ГЭС



Устройство  
противофильтрационной  
завесы методом струйной  
цементации

За период эксплуатации кабельного тоннеля и шахты и при последующем подъеме уровня водохранилища по настоящее время не было выявлено фильтрации воды по рабочим и антисейсмическим швам бетонных конструкций.

Сегодня фирма «Геоизол» — один из признанных лидеров строительного рынка. В области гидротехники работает с 1999 года. Строительные площадки компании на Дальнем Востоке, в Дагестане, Таджикистане, Сибири и Крайнем Севере. Опыт по устройству различных видов гидроизоляции на Бурейской ГЭС, включая инъекционные, был применен и применяется ООО «Геоизол» на других гидротехнических сооружениях, таких как: Усть-Илимская ГЭС на р. Ангаре, Кривопорожская ГЭС на р. Кемь, Ирганайская и Гоцатлинская ГЭС на р. Аварское Койсу (республика Дагестан), Сангтудинская ГЭС на р. Вахш (республика Таджикистан) и других.

В активе фирмы крупные гидротехнические объекты, на которых выполнялись и выполняются следующие виды работ:

- ♦ гидроизоляция тоннелей и шахт с применением пенополиуретановых и акрилатных смол;
- ♦ применение технологии инъектирования смол через систему «инжекто» (перфорированные шланги);
- ♦ устройство и герметизация деформационных швов;
- ♦ гидроизоляция подземных сооружений с применением бентонитовых матов;
- ♦ устройство обмазочной жесткой и эластичной гидроизоляции;
- ♦ гидроизоляция с применением рулонных наплавляемых материалов;
- ♦ бурение глубоких скважин до 100 м в разнородных мягких грунтах и стесненных условиях;
- ♦ сверление отверстий в бетоне диаметром от 40 до 500 мм с использованием алмазных коронок;
- ♦ устройство противофильтрационных завес.

В основные направления деятельности компании входит:

- ♦ Обследование и проектирование конструкций, реставрация, усиление и устройство всех видов фундаментов: от реконструкции фундаментов и стен старых зданий до устройства свай под новое жилищное, промышленное и мостовое строительство.

- ♦ Весь спектр геотехнических и гидротехнических работ, модификация грунтов, устройство анкеров и микросвай, противофильтрационных экранов, ограждающих конструкций, все виды инъекционных работ.
- ♦ Ремонт и гидроизоляция кирпичных стен и бетона.
- ♦ Строительство подземных конструкций (сооружение фундаментов зданий, подземных паркингов, устройство глубоких котлованов в непосредственной близости от зданий)

Предприятие оснащено современной строительной техникой, оборудованием, владеет самыми передовыми и высокоэффективными технологиями и материалами, имеет собственную производственную базу, парк строительной техники, в том числе буровые станки: ATLAS, FUNDEX, Hutte, Casagrande, грейферные установки Liebherr и т. д.

«Геоизол» является членом Ассоциации предприятий дорожно-мостового комплекса Санкт-Петербурга «Дормост», членом Российского общества по механике грунтов, геотехнике и фундаментостроения (РОМГГиФ), членом Российской ассоциации реставраторов «Росрегионреставрация».



**ООО «Геоизол»**  
**Санкт-Петербург,**  
**Большой пр. П. С., д. 25/2, лит. Е**  
**Тел. +7 812 337-5313, факс +7 812 337-5310**  
**E-mail: info@geoizol.ru**  
**www.geoizol.ru**

## НЕЗАМЕНИМАЯ ТЕХНИКА ИЗ ГОЛЛАНДИИ

В настоящее время при производстве работ нулевого цикла используется многофункциональное оборудование. Уникальность данного оборудования позволяет одной машине производить устройство различных типов фундаментов, в зависимости от геологических условий, с помощью следующих технологий устройства свай: путем раздвижения и уплотнения грунта; при помощи проходного шнека; методом двойного бурения,

вращательно-вдавливающего погружения в ограниченных высотой условиях (технология TUBEX), забивки свай молотами.

Одним из пионеров в области проектирования и производства бурового оборудования является голландская компания **IHC FUNDEX Equipment**, которая входит во всемирно-известный судостроительный концерн IHC MERWEDE B. V.

**IHC FUNDEX Equipment** проектирует, производит и поставляет в широком диапазоне машины для устройства фундаментов, роторы, гидравлические станции, кольцевые вибраторы и дополнительное оборудование для забивки свай, труб, шпунтов, а также для бурения.

Первая машина была произведена IHC FUNDEX еще в 1968 году. С тех пор компания постоянно поддерживает связь с потребителями своей техники — строительными компаниями всего мира, изучая их потребности и учитывая пожелания к работе машины. Сегодня вся выпускаемая продукция разрабатывается и совершенствуется, используя весь объем информации, накопленный за период 40-летней эксплуатации.

IHC FUNDEX имеет свой собственный научно-исследовательский отдел. Инженеры этого отдела пользуются последними достижениями в области программного обеспечения, что дает возможность производить самые точные расчеты по нагрузкам, стабильности новых машин. Изготовление, сборка и заключительные испытания оборудования происходят в г. Гуз, в Нидерландах.

Осенью 2008 года в г. Гуз впервые была представлена новая машина F2200. Эта модель является одной из самых компактных многофункциональных машин, которая разработана для выполнения различных операций по погружению и бурению свай. Конструкция мачты (лидера) позволяет применять роторы с силой вращения в 250 кНм, по всей его длине. Максимальная длина лидера может быть увеличена до 25 метров (18 + 7). Уникальная система соединений секций лидера позволяет осуществлять транспортировку машины вместе с установленным навесным оборудованием,

например, с молотом, без разборки самого лидера. Транспортный вес базовой машины равен 49 тоннам. Преимуществом при забивке не только свай, но и шпунтов с помощью F2200 также является горизонтальный вынос лидера на 1,75 метра и возможность разворота базы на 360 градусов.

На российском рынке **IHC FUNDEX Equipment** представляет компания «ТЦС СО», которая с 2008 года является эксклюзивным партнером **IHC FUNDEX Equipment** в России и странах СНГ.

Кроме того, компания поставляет новое и бывшее в употреблении гидравлическое и буровое оборудование других марок известных мировых производителей (подъемные краны, насосные станции, ударные и вибрационные молоты, дополнительные принадлежности по погружению свай и бурению).

«ТЦС СО» представляет весь диапазон многофункционального оборудования для устройства фундаментов производства **IHC FUNDEX**. А также более мощные установки **F2800** и **F3500**, которые могут быть использованы для устройства фундаментов при помощи технологий **FUNDEX**, **VIBREX**.

Компания «ТЦС СО» уделяет большое внимание качественному и быстрому техническому обслуживанию поставляемой техники и оборудования. Гарантийное и послегарантийное обслуживание осуществляют высококвалифицированные технические специалисты. Благодаря своевременным поставкам расходных материалов и запасных деталей простой оборудования сводится к минимальным срокам.

Техника производства **IHC FUNDEX Equipment** зарекомендовала себя на российском рынке как надежное и качественное оборудование, отвечающее современным требованиям строительства.

Многофункциональное оборудование **IHC FUNDEX** успешно использовалось при возведении фундаментов таких социально-значимых объектов как Дворец конгрессов «Стрельна», новый стадион ФК «Зенит», участки съездов КАД и ЗСД, а также многих жилых и административных комплексов Санкт-Петербурга и Москвы.





**Буровые установки**

**Бурильные установки**

**Гидравлическое  
оборудование:**

- кольцевые  
вибраторы
- насосные станции
- молоты

**Буровое оборудование  
и запчасти**



**IHC FUNDEX Equipment®**

IHC FUNDEX Equipment B.V. Houtkade 50, 4463 AC Goes  
P.O. Box 83, 4460 AB Goes The Netherlands  
Tel.: +31 (0) 113 232 900 E-mail: sales@ihcfundex.com  
Fax: +31 (0) 113 212 630 Web: www.ihcfundex.com

**Представительство IHC FUNDEX в России**  
Тел. : +7 (812) 929-53-39, e-mail: tsc.co@rambler.ru



# ОАО «ОХТИНСКИЙ ЗАВОД СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН»

# ОЗСМ



## производит и поставляет:

### **ВИБРОПОГРУЖАТЕЛИ**

предназначены для погружения в водонасыщенные песчаные и пластинчатые грунты и извлечения из них металлического шпунта, труб, свай и других свайных элементов.

### **ВИБРОГРЕЙФЕРЫ**

предназначены для извлечения преимущественно плотных связных грунтов из полостей труб и свай-оболочек, а также для проходки вертикальных выработок.

195027 г. Санкт-Петербург,  
ул. Дегтярёва, 2 А  
(812) 227-60-54  
(812) 227-27-96  
[marketing@ozsm.ru](mailto:marketing@ozsm.ru)  
[www.ozsm.ru](http://www.ozsm.ru)





Общество с ограниченной ответственностью



- шпунт Ларсена Л4
- шпунт Ларсена Л5
- шпунт Л5-УМ
- шпунт Arcelor
- шпунт HSP
- ПШС

шпунт

- Погружение шпунта Ларсена
- Извлечение шпунта Ларсена
- Земляные работы

Лицензия № ГС-2-781-02-27-0-7814377908-023987-1

строительные работы

металлопрокат

- Балка
- Швеллер
- Угол
- Труба
- Листовой прокат

- Производство профнастила

профнастил

- Изготовление металлоконструкций

Санкт-Петербург, Богатырский пр., д. 18, корп. 4, оф. 205  
(812) 329-8867, 324-9755, <http://www.tpk-stroy.ru>



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СПЕЦИАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА  
ДМИТРОВСКИЙ ЭКСКАВАТОРНЫЙ ЗАВОД



Дмитровский экскаваторный завод приступил к выпуску гидравлического вибропогружателя ВПК-50М модульного с регулируемыми параметрами на ходу, который используется в качестве навесного оборудования для погружения и извлечения шпунта Ларсена, труб, металлических и железобетонных свай.

141800 Московская обл., г. Дмитров, ул. Пушкинская, д. 1  
Тел./факс: (495) 993-9126, 993-8052, 993-8246, 993-8048, 993-8636  
[www.dez.dmitrow.ru](http://www.dez.dmitrow.ru), e-mail: [sm@dmitrex.ru](mailto:sm@dmitrex.ru), [explan@mail.ru](mailto:explan@mail.ru)

# 5.

48–59

## **СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАБОТЫ И ТЕХНИКА**

ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ,  
ТЕХНИКА

ПОДВОДНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ  
РАБОТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ



# КАМАК

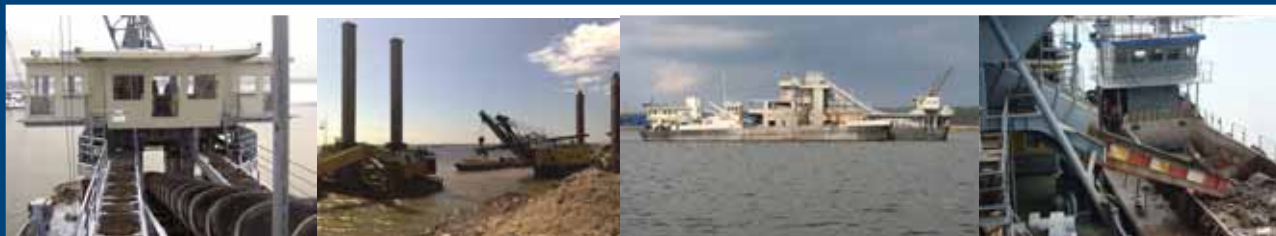
DREDGING SHIPREPAIR SERVICE

198095 Санкт-Петербург,  
Химический пер., д. 1, лит. АТ  
Тел. (812) 325-36-65, факс (812) 325-36-05  
E-mail: ship@kamak.ru, www.kamak.ru



ЗАО «КАМАК» — многопрофильное производственно-ремонтное предприятие. **ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ** являются одним из основных направлений деятельности компании «КАМАК».

С 2003 года руководство компании осуществляет плановую, последовательную инвестиционную политику по формированию и развитию собственного дноуглубительного флота.



На 1 января 2009 г. СОСТАВ ФЛОТА компании включает:

- ♦ Самоходный многочерпаковый земснаряд производительностью 750 м<sup>3</sup>/ч
- ♦ Несамостоятельный многочерпаковый земснаряд производительностью 650 м<sup>3</sup>/ч
- ♦ Самовывозной грейферный земснаряд с объемом трюма 600 м<sup>3</sup>
- ♦ Грузоотвозные шаланды с объемом трюма 600 м<sup>3</sup> — четыре штуки
- ♦ Грузоотвозные шаланды с объемом трюма 250 м<sup>3</sup> и 500 м<sup>3</sup> — две штуки
- ♦ Буксиры для завозки якорей — 2 штуки



## ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА:

- ♦ глубина черпания от 3 до 24 м
- ♦ осадка шаланд в грузу 2 и 3,5 м

Место базирования флота:  
Большой порт, Санкт-Петербург



«КАМАК» имеет **БОЛЬШОЙ ОПЫТ** дноуглубления любой сложности, в том числе у причальных стенок, на судоходных участках акватории. Компания принимала участие в строительстве таких объектов, как:

- ♦ **Большой порт** Санкт-Петербурга,
- ♦ Пассажирский порт «**Морской фасад**»,
- ♦ Порт «**Усть-Луга**»,
- ♦ Порт «**Высоцк**»,
- ♦ Порт «**Приморск**»

Надежность, профессионализм, качество работы **компании «КАМАК»** проверены временем и подтверждены высокими результатами. Судовладельцы доверяют компании в управление и техническое обслуживание сложную морскую технику, так как в компании работают профессионалы в области управления и эксплуатации флота, специалисты по безопасности мореплавания и внутреннему аудиту.



## Научно-производственное объединение «ГОЛЬФСТРИМ»



«НПО Гольфстрим» создано на базе треста «Гидромеханизация» Минмонтажспецстроя СССР и ведет свою историю с 1936 года. В состав объединения входят: ЗАО «Гольфстрим», ОАО «Кран», ОАО «Север-Гидромеханизация», ОАО «Ульяновск-Гидромеханизация», ОАО «Курск-гидромеханизация», ОАО «Ярославль-Гидромеханизация», представительства в городах Сургут, Новокузнецк.

Сегодня Объединение изготавливает: землесосные снаряды, горно-обогатительное и вспомогательное оборудование, запасные части, металлоконструкции различной сложности.

Добычные предприятия Объединения ведут земляные работы в различных отраслях народного хозяйства РФ.



### Характеристики землесосных снарядов ООО «НПО Гольфстрим»

Показатели, марка земснаряда	ЗГМД400/20	УГБ-3	777600/28	ЗРС-Г	ЗД1400.40	С-42	С-56
Группа грунта разработки	I-IV	I-III	I-IV	I-III	I-IV	I-VII	I-VII
Тип земснаряда	Дизельэлектрический	Электрический, дизельный	Электрический, дизельэлектрический	Дизельный	Электрический, дизельэлектрический	Электрический	Электрический
Марка землесоса	ГрАУ400/20	1Д1250/63	Гру800/40	ГрАУ1600/25	ГРАТ1400/40	ГрАу2000/63	20Р-11
Производительность по грунту, м <sup>3</sup> /час	50	80	80	160	140	200	300
Развиваемый напор, м	20	25	40	25	40	63	69
Тип рыхлителя	Фрезерный	Гидравлический	Гидравлический	Фреза, гидравлический	Гидравлический	Гидравлический, фреза, ротор	Гидравлический, фреза
Сезонный объем намыва, м <sup>3</sup>	100 000	150 000	200 000	350 000	350 000	600 000	1 000 000

111123 Москва, 1-я Владимирская, д. 10 а, стр. 1

Тел./факс: (495) 258-6274, 775-4932

www.golfstrim.org, e-mail: info@golfstrim.org

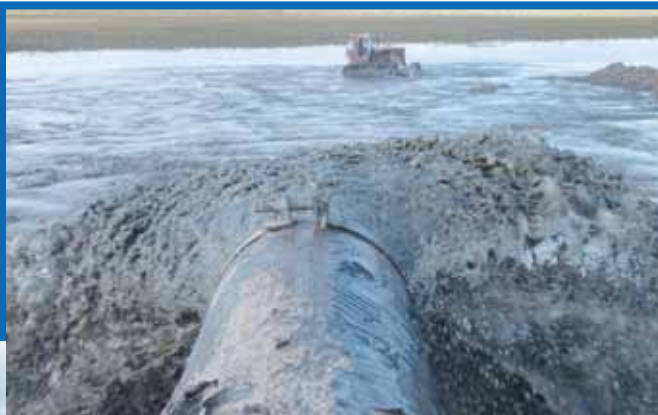
# КОМПАНИЯ «ТРАНСГИДРОМЕХАНИЗАЦИЯ»

Компания «Трансгидромеханизация» имеет многолетний опыт по намыву железнодорожного и автодорожного земляного полотна, подходов к мостам, плотин, площадок под промышленное и гражданское строительство.



Добывает железнодорожный балласт и нерудные строительные материалы из обводненных месторождений с частичной гидроклассификацией.

Обустривает нефтегазовые месторождения, намывает площадки под кустовое бурение, замывает трубопроводы, межкустовые дороги.



Осуществляет выемку грунтов при строительстве судоходных и оросительных каналов, акваторий речных и морских портов, мелиоративных систем.

Производит углубление дна рек, очистку водоемов, замыв оврагов и низин, намыв контрбанкетов и защитных сооружений городов от паводковых подтоплений, намыв пляжей и зон отдыха.

Намывает площадки над вредными захоронениями и местами складирования отходов, возводит и наращивает дамбы для золо и шлакоотвалов, перекачивает золошлаки.



В парке Компании насчитывается 150 землесосных снарядов различной производительности, которые построены на заводе Компании и отвечают современным требованиям по условиям работы обслуживающего персонала и экологии.

**119270 Москва, ул. 3-я Фрунзенская, д. 6**  
**Тел.: (495) 788-04-82, 788-04-83**  
**www.tgmcompany.ru, e-mail: info@tgmcompany.ru**

## ВОДОЛАЗНЫЕ ШЛЕМЫ



**Антон Чупин,**

начальник отдела регионального развития  
ОАО «ТЕТИС ПРО»

Так уж получается, что последние годы внимание общественности к подводным проблемам — водолазным работам и подводной технике — привлекают лишь экстремальные события, аварии и чрезвычайные ситуации. Однако ежедневно и ежечасно на всех акваториях России под водой трудятся люди. Ведутся строительные работы, обслуживаются корабли и портовые сооружения, очищается дно водоемов, ведется поиск и обследование подводных объектов. Благодаря развитию специализированных технических средств как в России, так и за рубежом водолазный труд становится все более комфортным и безопасным. На смену старой технике приходит новая.

Важнейшим и при этом наиболее сложным элементом водолазного снаряжения является водолазный шлем. В мире существуют всего несколько предприятий — разработчиков и производителей водолазных шлемов. В России крупнейшим производителем водолазной техники с 1953 года является предприятие ОАО «КАМПО», входящее в холдинг «ТЕТИС». Наиболее известный мировой производитель этого вида снаряжения — американская компания Diving System International. Продукция компании известна в России под торговой маркой Kirby Morgan. В конструкции шлемов Kirby Morgan воплощен многолетний опыт работы профессиональных водолазов.

### Водолазные шлемы Kirby Morgan

Шлемы серии Superlite (фото 1) предназначены для профессионального использования. Шлем полностью защищает голову, быстро надевается и снимается. Многие тысячи часов, проведенные водолазами под водой, доказали надежность, комфортность и безопасность применения описываемых шлемов.

#### Отличительные особенности шлемов Superlite

**Водолазный шлем SUPERLITE 17A** — первый шлем из серии SuperLite. Материал шлема — стекловолокно усиленное

углепластиком. Шлем оборудован рымом для переноски, системой грузов для придания шлему нулевой плавучести, легочным автоматом SuperFlow, блоком вентиля обдува стекла и резервной подачи. Внутри шлема располагается телефонно-микрофонная гарнитура, ротоносная силиконовая маска, носовой блок для выравнивания давления в среднем ухе, мягкий



**Фото 1. Водолаз-сварщик в шлеме Superlite 27 и гидрокombинезоне с водообогревом**



Фото 2. Водолаз в шлеме ULTRAJEWEL 601

подшлемник. Шлем имеет герморазъем для подключения телефонной станции. Герметизацию между шлемом и шейным кольцом обеспечивает быстроразъемный хомут.

**Водолазный шлем SUPERLITE 17B** — отличается от Superlite 17A конструкцией блока вентиля. Шлем оборудован усовершенствованной системой выдоха Quad-Valve, обеспечивающей повышенный уровень защиты водолаза от вредных воздействий при погружениях в загрязненной воде, сохраняя при этом легкость дыхания.

Шлем Superlite 17 стоит на вооружении ВМС США, Великобритании и других стран НАТО.

**Водолазный шлем SUPERLITE 27** является одним из самых малых по объему водолазных шлемов, разработанных Diving System International. Отличается особым устройством замка крепления шлема к шейному кольцу. Водолаз имеет возможность регулировать положение опоры подбородка, шейного уплотнения и подшлемника, что обеспечивает комфортное и плотное прилегание шлема к голове. Шлем оборудован легочным автоматом SuperFlow 350 с винтом регулировки усилия на вдох. Клапан продувки шлема имеет чехол с выводом газа в дефлектор. Конструкция блока вентиля такая же, как у Superlite 17.

Несколько лет назад Diving System International расширили модельный ряд новыми шлемами под общим наименованием Kirby Morgan.

**Водолазный шлем KIRBY MORGAN 37** конструктивно похож на шлем Superlite 27, но имеет котелок шлема большего размера и оборудован новой четырехклапанной системой выдоха Quad-Valve, обеспечивающей повышенный уровень защиты водолаза от вредных воздействий при погружениях в биологически загрязненной воде. Такой системой выдоха могут быть дооборудованы большинство из предыдущих моделей шлемов. Система Quad-Valve практически исключает попадание воды в подшлемное пространство.

**Водолазный шлем KIRBY MORGAN 47** отличается от предыдущих моделей совершенно новой дыхательной системой, измененной рото-носовой маской и наличием системы удаления воды. Шлем оборудован новым регулятором Rex, имеющим, помимо уникального дизайна, полностью сбалансированный клапан, обеспечивающий легкость дыхания.

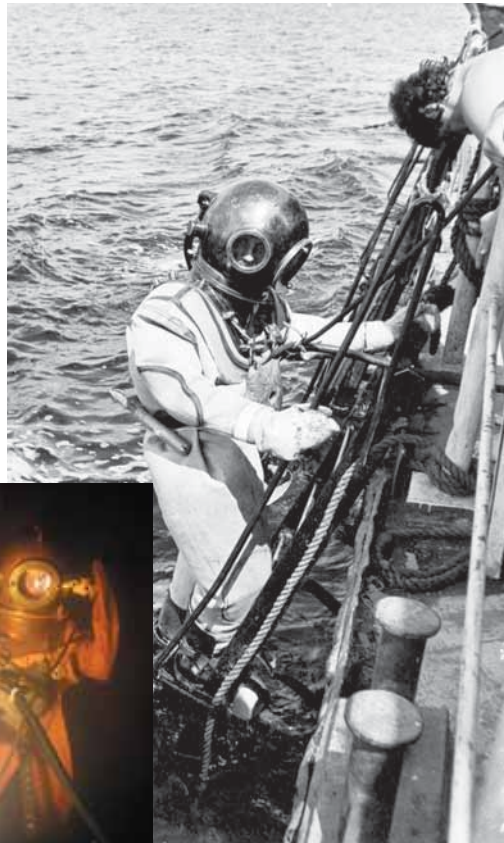


Фото 3,4. Водолазные работы в трехболтовом снаряжении



**Водолазный шлем KIRBY MORGAN 57** представляет собой разработку, в которой продолжают отражаться традиции внедрения передовых технологий, обеспечивающих высочайшее качество и улучшенные рабочие характеристики. Отличительной особенностью этого шлема является новый сбалансированный регулятор SuperFlow 450™ из нержавеющей стали, обеспечивающий легкое дыхание даже при использовании водолазных помп низкого давления. Шлем KM-57 оборудован системой выдоха Quad-Valve.

Для использования в особых условиях разработаны несколько модификаций шлемов на базе модели SuperLite 17.

**Водолазный шлем ULTRAFLW** это комбинация из шлема SuperLite 17 и установленного на нем сбалансированного дыхательного автомата Ultraflow 501 фирмы Divex. Регулятор Ultraflow 501 обеспечивает подачу газа при погружении на глубину до 450 м. Данное снаряжение предназначено для погружений с использованием газовой смеси.

**Регулятор ULTRAJEWEL 601 (фото 2)** был разработан фирмой **Gas Services** специально для шлема Superlite-17C как часть регенерационной газовой системы. Фирма Gas Services является мировым лидером в создании гелиевых систем для водолазов, работающих на прибрежном шельфе. Двухступенчатый регулятор Ultrajewel 601 отличается улучшенными характеристиками и служит для отвода выдыхаемого газа на поверхность для регенерации.

Система Ultrajewel 601 регенерации газа, применяемая с маской или шлемом, является надежным средством защиты при выполнении профессиональных водолазных работ. В сочетании с системой **Gasmizer** она позволяет экономить до 90% расхода гелия.



Фото 5. Водолаз в снаряжении РВС



Фото 6. Водолаз в снаряжении СВВ-97

Система может быть смонтирована на любом базовом шлеме, кроме Superlite 27.

**Дыхательная система Ultraflow** позволяет водолазу выполнять погружение на глубину до 450 м. Одним из преимуществ использования именно водолазного шлема Ultraflow с регенерационной системой Ultrajewel с замкнутым контуром является высокое качество подводной связи, что обеспечивается тем, что шумы при вдохе и выдохе сведены до минимума, а шум от пузырьков равен нулю. В случае необходимости шлем может работать и по открытой схеме дыхания.

Водолазные шлемы Superlite могут комплектоваться неопреновой шейной манжетой для работы в холодной воде или для работы в костюме водяного обогрева.

### Новая отечественная разработка. Водолазное снаряжение СВУ-5

Традиционно в Советском Союзе и Российской Федерации профессиональные водолазы использовали вентилируемое водолазное снаряжение — известный всем без исключения медный шлем «трехболтовку» (фото 3, 4), производящийся на 28 военном заводе.

Менее известные, но весьма распространенные в России в последнее время — это снаряжение РВС производства компании «Смольский водолазные скафандры» (фото 5) и СВВ-97 производства ОАО «КАМПО» (фото 6). Вентилируемое снаряжение имеет свои неоспоримые преимущества. Некоторые виды подводных работ, например, размыв грунта, невозможно выполнять в чем-либо ином. Однако время идет

вперед, весь мир давно и успешно работает в шлемах с легочным автоматом (например, описанные выше шлемы серии Kirby Morgan). Назрела необходимость разработки нового отечественного снаряжения.

В нашей стране законодателем «водолазной моды» был и остается Военно-морской флот. В 2005 году ВМФ заказал опытно-конструкторскую работу (ОКР) по разработке нового водолазного снаряжения на замену снаряжения СВУ-3. Исполнителем ОКР стало ОАО «КАМПО». Результатом трехлетней работы явилось новое отечественное водолазное снаряжение СВУ-5 (фото 7).

Следуя отечественным традициям, специалистами ОАО «КАМПО» был разработан не только водолазный шлем, а полный комплект водолазного снаряжения, в котором шлем является важнейшим элементом. Такой подход позволяет проводить комплексное оснащение водолазных станций всем необходимым для проведения водолазных спусков.

Водолазное снаряжение СВУ-5 предназначено для обеспечения жизнедеятельности водолаза при выполнении им подводно-технических, аварийно-спасательных и других видов водолазных работ на глубинах до 60 метров.

Основные элементы снаряжения это: водолазный шлем СВУ-5 с возможностью крепления светильника и телекамеры, полнолицевая маска ВМ-6 с гарнитурой проводной связи и светильником, резервный дыхательный аппарат с подвесной системой, гидрокombineзон сухого типа, водолазные боты, резиновые ласты, водолазный нож. Также в комплект может входить пульт подачи воздуха и кабель-шланговая связка.

Работа велась в тесном взаимодействии с Управлением поисковых и аварийно-



Фото 7. Комплект снаряжения СВУ-5





**Фото 8. Испытания снаряжения СВУ-5 на Северном флоте**

спасательных работ ВМФ, 40-м Государственным НИИ аварийно-спасательного дела, водолазных и глубоководных работ МО РФ (40 ГНИИ МО РФ) и специалистами Управления заказов и поставок кораблей, морского вооружения и военной техники, при активном участии гражданских водолазов с учетом их богатого практического опыта.

В процессе создания снаряжения был решен ряд сложных, в том числе технологических задач. Практически все элементы снаряжения — это совершенно новые изделия, не имеющие аналогов в России. Так, разработанный объемный шлем сочетает в себе лучшие достижения зарубежных аналогов, в том числе шлемов Kirby Morgan, с совершенно новыми конструктивными решениями. Конструкция снаряжения обеспечивает сочетаемость со всеми имеющимися в эксплуатации в России отечественными и зарубежными водолазными телефонными станциями.

**Новый шлем СВУ-5 — это:**

- ♦ *Малое сопротивление дыханию* благодаря высокопроизводительному легочному автомату (до 90 л/мин.).
- ♦ *Хорошая видимость под водой:* иллюминатор не запотекает, обдув осуществляется как в процессе дыхания, так и принудительно. Увеличено поле обзора иллюминатора.
- ♦ *Быстрый переход на дыхание атмосферным воздухом* при аварийном всплытии, при надевании и снятии снаряжения, что обеспечивается наличием атмосферного клапана на легочном автомате.
- ♦ *Простая в эксплуатации система осушения шлема* в случае попадания воды — осуществляется простым поворотом вентиля.
- ♦ *Унификация шейного кольца* со шлемом Suprelite 27.

- ♦ *Высокое качество подводной связи и разборчивость речи* при работе с различными типами станций водолазной связи.
- ♦ *Удобное надевание и снятие снаряжения* без применения специального инструмента за счет использования в конструкции быстроразъемных соединений.
- ♦ *Хорошая балансировка шлема.*
- ♦ *Устойчивый к механическим воздействиям и ударам гибкий шланг легочного автомата*, защищенный гофрированным металлическим кожухом.
- ♦ *Простота и удобство обслуживания легочного автомата и контроля состояния мембраны.*
- ♦ *Штатные крепления для светильника и телекамеры.*

На соответствующих этапах ОКР был проведен комплекс испытаний на базе «КАМПО» и в 40-м ГосНИИ МО РФ. Специальные холодовые испытания проводились в ледовом бассейне Центра полярной медицины Арктического и антарктического НИИ (ААНИИ) (г. Санкт-Петербург). Государственные испытания снаряжения проводились на Северном флоте во всем диапазоне рабочих глубин. Летом 2008 года государственные испытания снаряжения успешно завершились (**фото 8**), и началось его серийное производство.

В феврале 2009 года компания «ТЕТИС ПРО» будет рада предложить профессиональным водолазам новое отечественное серийно выпускаемое водолазное снаряжение СВУ-5.

Итоги разработки нового водолазного снаряжения позволяют говорить о том, что Россия не обделена талантами, что отечественная промышленность способна создавать современные наукоемкие и конкурентоспособные образцы техники, которые позволят повысить безопасность водолазного труда и уровень проведения подводно-технических и аварийно-спасательных работ.



# ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ВОДОЛАЗНАЯ ТЕХНИКА



Новое снаряжение  
водолазное универсальное

## СВУ-5

Разработано для повышения удобства и безопасности работы водолаза

### НАЗНАЧЕНИЕ:

СВУ-5 предназначено для обеспечения жизнедеятельности водолаза при выполнении подводно-технических, аварийно-спасательных и других видов водолазных работ на глубинах до 60 м.

### ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СНАРЯЖЕНИЯ:

- водолазный шлем СВУ-5
- резервный дыхательный аппарат с подвесной системой и комплектом грузов
- гидрокombineзон сухого типа
- водолазные боты
- резиновые ласты
- водолазный нож



## НОВЫЙ ВОДОЛАЗНЫЙ ШЛЕМ

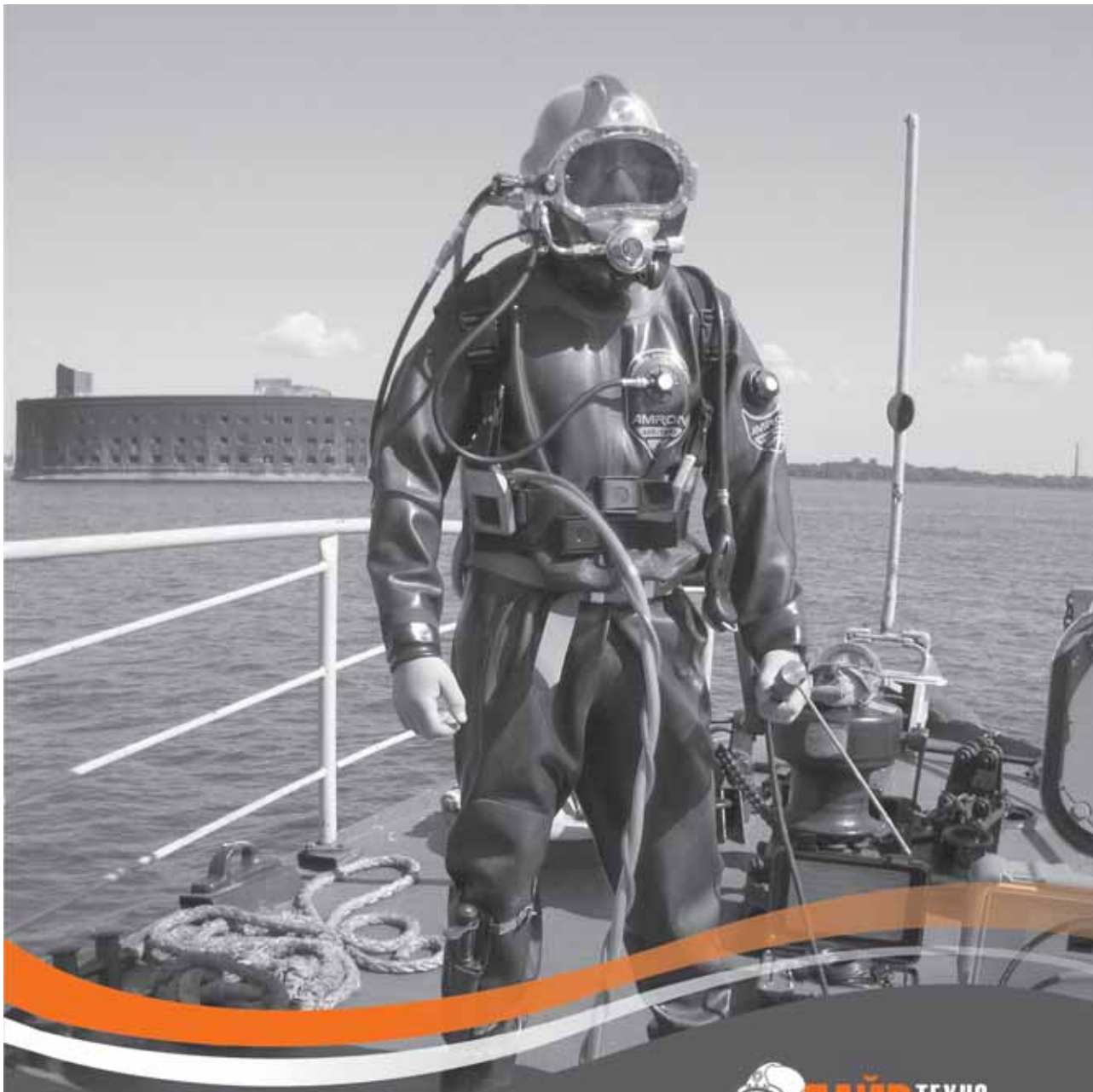
- материал шлема - легкий и прочный стеклопластик
- необмерзающий легочный автомат
- улучшенный обзор
- легкость дыхания
- атмосферный клапан лёгочного автомата
- обдув иллюминатора шлема осуществляется в процессе дыхания и принудительно
- функционально простая в эксплуатации система осушения шлема в случае попадания воды
- шейное кольцо шлема унифицировано со шлемом «SupreLite- 27»

ОАО "ТЕТИС ПРО" [www.tetis-pro.ru](http://www.tetis-pro.ru)

МОСКВА  
(495) 786 9855; [tetis@tetis.ru](mailto:tetis@tetis.ru)

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
(812) 712 9588; [petersburg@tetis.ru](mailto:petersburg@tetis.ru)

ГЕЛЕНДЖИК  
(86141) 5 0606; [gelendjik@tetis.ru](mailto:gelendjik@tetis.ru)



**Опыт и Знания  
для Вашей  
Безопасности**

[www.diveservice.ru](http://www.diveservice.ru)

Телеуправляемые аппараты (ТПА)  
Скафандры  
Понтоны  
Компрессоры  
Гидравлический инструмент

Барокамеры  
Поисковое оборудование  
Навигационное оборудование  
Водолазное снаряжение  
Мобильные водолазные  
и судовые комплексы





# ООО «СПЕЦПОДВОДРЕМОНТ»

специализированное предприятие подводно-технических работ

● **Капитальный ремонт подводных переходов магистральных нефтегазопроductопроводов:**

- ♦ Ремонт дефектных участков методом установки муфты подводной стальной стягивающей (МПСС)
- ♦ Восстановление положения магистрального трубопровода на проектные отметки методом заглубления
- ♦ Точечная отсыпка инертных материалов для устранения оголенных и провисающих участков подводных трубопроводов
- ♦ Отсыпка защитных банкетов трубопроводов инертными материалами
- ♦ Укладка мешков с песчано-цементной смесью и контейнеров с песчано-гравийной смесью
- ♦ Восстановление балластировки трубопровода
- ♦ Подводная сварка дефектных участков подводного трубопровода с использованием специализированного подводного кессона
- ♦ Комплексный метод ремонта дефектных участков методом подводной сварки дефекта и последующей установки стальной гидромуфты на дефектный участок.
- ♦ Капитальный ремонт ПП МТ с заменой участка трубы
- ♦ Монтаж шпунтовых конструкций для ограждения котлована ремонтируемого участка ПП МТ
- ♦ Восстановление антикоррозионной защиты магистральных нефтегазопроductопроводов на подводных переходах с применением антикоррозионной системы защиты «Sea Shield 2000 HD»

● **Капитальный ремонт изоляционных покрытий МТ на переходах «земля-воздух»**

- ♦ Восстановление противокоррозионной защиты магистральных нефтегазопроductопроводов на переходах «земля-воздух» с применением антикоррозионной системы защиты «Sea Shield 2000 HD»

- Прокладка кабелей связи через водные преграды
- Подводные сварочные работы
- Монтажные работы и техническое обслуживание гидротехнических сооружений

- Проектно-изыскательные работы по капитальному ремонту ПП МТ
- Подводная фото- и видеосъемка
- Берего- и дноукрепление



Московская область,  
Ленинский район, д. Беседы

Тел./факс: +7 495 355-9794

E-mail: [info@spetspodvodremont.ru](mailto:info@spetspodvodremont.ru)



# ПОДВОДСЕРВИС

107150 г. Москва,  
ул. Бойцовая, д. 22, стр. 3  
Тел. (495) 355-91-48  
Факс (495) 355-90-29  
[www.podvodservis.ru](http://www.podvodservis.ru)  
E-mail: [info@podvodservis.ru](mailto:info@podvodservis.ru)



## Основные виды выполняемых работ:

- Капитальный ремонт подводных трубопроводов:
  - монтаж муфт на дефектных участках подводных переходов трубопроводов;
  - переукладка;
  - подсадка;
  - защита от размывов;
  - работы по восстановлению и ремонту изоляционных покрытий под водой с применением антикоррозионной системы Sea Shield 2000 HD, Chemi – Tech U.W. и других;
- Капитальный ремонт изоляционных покрытий на переходах «земля – воздух» магистральных трубопроводов;
- Берего- и дноукрепление;
- Технический надзор за капитальными ремонтами, реконструкцией, новым строительством подводных трубопроводов;
- Полное диагностическое обследование гидросооружений: подводных переходов трубопроводов, берегоукреплений, акваторий, морских нефтедобывающих платформ, эстакад, затонувших плавсредств;
- Внутритрубная дефектоскопия подводных переходов газопроводов;
- Проектно-изыскательские работы по ремонту подводных переходов магистральных нефтегазопроводов;
- Регистровое обследование морских и речных судов на плаву;
- Подводная электромагнитная, ультразвуковая и магнитопорошковая дефектоскопия, толщинометрия металлоконструкций и изоляционных покрытий под водой;
- Подводная фото- и видеосъемка



# 6.

60–67

## **ОБОРУДОВАНИЕ ГЭС**

АВТОМАТИЗАЦИЯ ГЭС  
ГИДРОСИЛОВОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ.  
ЭФФЕКТИВНАЯ  
ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ



# КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ САЯНО-ШУШЕНСКОЙ ГЭС И МАЙНСКОГО ГИДРОУЗЛА



**Петров А. В.,**  
директор производственно-  
инжинирингового комплекса  
ООО «НПФ «Ракурс»

*Саяно-Шушенская ГЭС стала верхней в каскаде енисейских гидроэлектростанций, является самой мощной электростанцией в России и одной из крупнейших в мире: установленная мощность — 6,4 млн кВт и среднегодовая выработка — 22,8 млрд кВт·час электроэнергии. Имеет в своем составе 10 гидроагрегатов мощностью 640 МВт каждый.*

*Майнский гидроузел расположен ниже по течению Енисея в 21,5 км от Саяно-Шушенской ГЭС. Его основная задача — контррегулировать ее нижнего бьефа, что позволяет сглаживать сильные колебания уровня в реке, когда Саяно-Шушенская ГЭС ведет глубокое регулирование нагрузки в энергосистеме. Установленная мощность Майнской ГЭС — 321 тыс. кВт, годовая выработка электроэнергии — 1,7 млрд кВт·час.*



В январе 2005 года на Саяно-Шушенской ГЭС им. П. С. Непорожного был проведен конкурс на выполнение комплекса работ по модернизации автоматизированной системы управления технологическим процессом Саяно-Шушенской ГЭС и Майнского гидроузла. Конкурсной комиссией было принято решение о признании победителем петербургской научно-производственной фирмы «Ракурс».

Работая на рынке автоматизации с 1991 года, НПФ «Ракурс» накопила богатый опыт в осуществлении полного инжинирингового цикла по созданию АСУ ТП. Автоматизация технологических процессов ГЭС разрабатывается в объеме: общестанционных систем производства, выдачи и потребления электроэнергии; автоматизации основного оборудования ГЭС, непосредственно участвующего в производ-

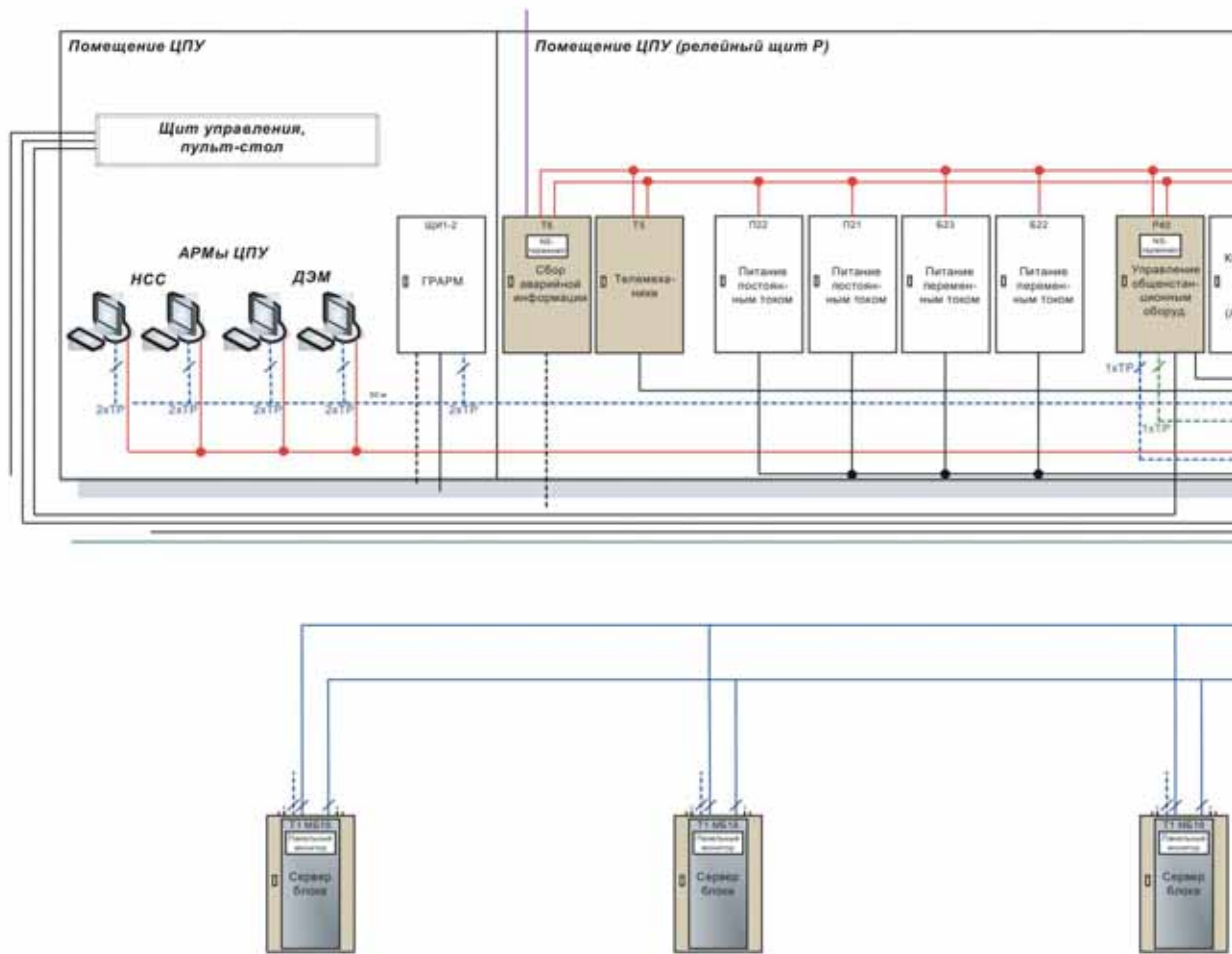
стве, выдаче и потреблении электроэнергии; автоматизации вспомогательного оборудования, обеспечивающего функционирование основного оборудования ГЭС.

Любая дорога начинается с определения цели. Не стала исключением и решение задачи по автоматизации СШ ГЭС. Основной причиной модернизации стал физический и моральный износ технических средств телемеханического комплекса «ТА-100» и технических средств информационного комплекса «СМ-2». Данные комплексы эксплуатируются с 1981 года, в настоящее время они уже сняты с производства. Также физически и морально устарели устройства управления технологическим оборудованием и датчиками. В настоящее время возникла необходимость включения в состав АСУТП СШГЭС и АСУТП МГЭС различных существующих, модернизируемых и вновь создаваемых локальных специализированных систем.

**Основными целями** модернизации АСУТП СШГЭС и АСУТП МГЭС были определены повышение надежности и эффективности работы, а также улучшение условий работы оперативного и эксплуатационного персонала. При этом процесс производства и выдачи электроэнергии должен был быть осуществлен с использованием автоматизации как основного, так и вспомогательного оборудования в виде взаимоувязанных систем.

Работа по реализации проекта началась непосредственно в двух направлениях: определение основных ограничений и конкретизация требований заказчика при реализации проекта и создание сплоченной команды исполнителей, способных в требуемые сроки решить поставленные задачи. На наш взгляд, данный подход является обязательным при решении столь сложных и продолжительных задач с высоким рисковым потенциалом. Первым шагом исполнения проекта стало обследование объекта и знакомство с персоналом станции.

По результатам обследования, по общему настрою персонала, по построению работы лабораторий станции стало очевидно, что основное требование и основное ограничение проекта — это максимальное увеличение системной надежности технологического процесса станции. Надежность и стала главным мерилом всех последующих решений — от критериев при проведении тендеров на закупку задвижек до организации выполнения наладочных работ.



### Команда исполнения проекта

Обеспечение системной надежности на всем цикле проведения работ началось с определения места заказчика в проекте. В обществе достаточно популярна идея о «работе под ключ», когда персонал заказчика знакомится с предлагаемым решением во время сдачи объекта в эксплуатацию. При этом считается, что таким способом достигается определенная экономия времени и средств как самого заказчика, так и подрядчика. Кроме того, по мнению сторонников такого метода, его применение гарантирует персональную ответственность исполнителя за принятые решения. На наш взгляд, такой подход категорически неприемлем при решении вопросов реконструкции действующих объектов такой степени сложности вообще и объектов генерации — в особенности. Доскональное знание технологии работы именно этого объекта и именно этого оборудования — необходимейшее условие построения надежной и «дружественной» АСУ ТП, которая сможет обеспечить «безударный» перевод управления на новую технику. А знаниями достаточной глубины обладает только эксплуатация. Никакие проектные или внедренческие организации не способны аккумулировать такие знания даже теоретически в силу особенностей своей работы.

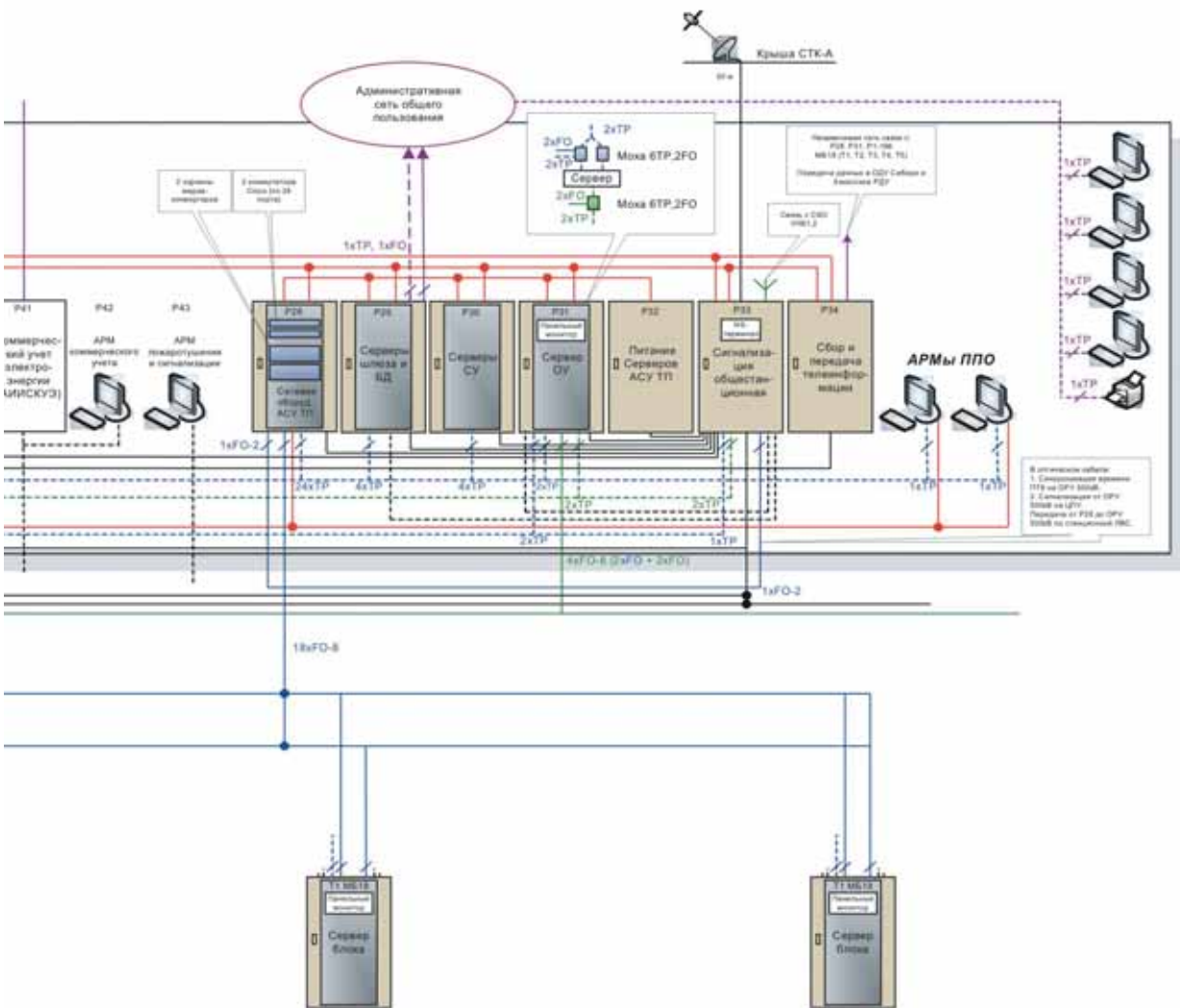
Участие персонала станции в реализации проекта в полном объеме стало очевидным и необходимым условием.

Вторым участником стал институт «Ленгидропроект» в лице соответствующих отделов и их сотрудников. При

этом команда проекта пополнилась специалистами, имеющими достаточно широкий кругозор в отрасли (сотни реализованных проектов только за последние 20 лет), с одной стороны, и знания генпроектировщика данной станции — с другой.

Третьим участником проекта стала монтажная организация ЗАО «ГидроЭнергоРемонт», работающая на станции много лет и являющаяся дочерней структурой СШ ГЭС. И опять можно констатировать, что найти монтажную организацию, которая знала бы этот объект лучше, было невозможно. Специалисты ЗАО «ГЭР» проводили и проводят на станции ремонты основного и вспомогательного оборудования, знают каждую кабельную трассу, каждый вентиль. За время реализации проекта эти знания позволили сэкономить сотни рабочих дней и денежных средств. В сложных случаях специалисты монтажной организации работали и проектировщиками, и конструкторами, и наладчиками, проводя монтаж оборудования таким образом, чтобы последующее его обслуживание было максимально удобным. Основной ПТК управления турбиной, ПТК ЭГР, был создан и поставлен специалистами завода-изготовителя турбины ОАО «Силовые машины». Жизнь сложилась так, что впоследствии часть этих специалистов стали сотрудниками ООО «НПФ «Ракурс» и продолжили свою работу над ПТК ЭГР СШ ГЭС уже в этом статусе, но на первых этапах именно уверенность и знания специали-





стов ОАО «Силловые машины» обеспечивали уровень необходимой надежности принимаемых технических решений.

### Применяемое оборудование и объем проекта

Перечень поставляемого оборудования на рынке достаточно обширен и разнороден. И выбор этого оборудования стал очередным шагом к реализации поставленных целей. Несколько групп специалистов прорабатывали различные аспекты применения оборудования на предмет пригодности к использованию в проекте. Огромную работу проделала Лаборатория технической диагностики (ЛТД) станции по выбору поставщика для системы контроля вибрационного состояния агрегатов. Решение этой задачи заняло около полугода. Процесс выбора оборудования включал в себя выезды на объекты, где можно было оценить работу установленного интересующего оборудования, длительную переписку с компаниями-производителями и их представителями в России. В конце концов выбор был сделан в пользу канадской компании VibroSystM. Принятое решение позволило на настоящий момент провести детальную вибрационную диагностику агрегатов Майнской ГЭС, провести контроль сборки машин, выходящих из ремонта. ЛТД начала расширять и дополнять поставленную систему другим оборудованием, решая таким способом уже

следующий уровень задач по диагностике машин, их безопасной и эффективной эксплуатации. Не менее скрупулезного процесса потребовал выбор поставляемых запорных и регулирующих органов и приводов для них. Совместно специалистами турбинного цеха станции, института «Ленгидропроект» и компании «Ракурс» было рассмотрено пять вариантов поставщиков. Принятое решение — поворотные затворы испанской компании TTV и шаровые краны компании PEKOS с приводами фирмы Bernard — соответствовало всем предъявляемым требованиям. Аналогичная работа проводилась по выбору каждой группы датчиков, контактной и защитной арматуры, индикаторов и показывающих приборов.

Отдельно хочется отметить, что интеллектуальной основой АСУ ТП на нижнем уровне стали программируемые контроллеры и терминалы производства японской фирмы OMRON, на применении которых для объектов энергетики специализируется компания «Ракурс». Следовательно, специалисты компании были полностью уверены в технике и ее успешном применении на объекте и могли эффективно обучить специалистов станции этой техникой пользоваться. На верхнем уровне были применены серверы компании Hewlett Packard (США) и компьютеры компании IPC. К сожалению, техника фирмы IPC оказалась недостаточно надежной, и потребовалась большая работа по доведению этого оборудования до необходимого уровня надежности.

Хотелось бы подчеркнуть, что вся описанная работа оказалась возможной только благодаря тому, что на проектирование АСУ ТП по договору было выделено достаточное количество времени (около 9 месяцев). Обсуждения и утверждения проходили в нормальном темпе, специалисты могли запрашивать и получать всю необходимую техническую и внедренческую информацию, спокойно все взвешивать и принимать решение. Результаты такого подхода сказываются до сих пор. За прошедшие три года спецификация механизмов не менялась ни разу, спецификация датчиков изменилась на 8%. По сравнению с аналогичными проектами это достаточно хорошие цифры. Как правило, изменения в спецификациях достигают 20% уже на втором агрегате и впоследствии продолжают вплоть до окончания проекта.

В рамках поставки была выполнена реконструкция всего оборудования верхнего уровня (ВУ) АСУ ТП двух станций и всей агрегатной части, за исключением систем возбуждения и защит генераторов и трансформаторов (эти работы выполняются на станции за рамками данного контракта). Была полностью заменена сетевая инфраструктура управляющей части АСУ ТП, на настоящий момент все сети переведены на оптический кабель. Заменены почти все датчики и часть механизмов, отвечающих за ТВС и маслоснабжение агрегатов. Заменено 80% кабельной продукции (по результатам обследования).

Сама АСУ ТП построена по принципу многоуровневой иерархической распределенной системы с выделением следующих уровней управления:

- «Станционный» (верхний) — уровень управления ГЭС;
- «Агрегатный» (нижний) — уровень непосредственного управления технологическим оборудованием.

В свою очередь на агрегатном уровне на каждую технологическую подсистему устанавливается отдельный программно-технический комплекс. Это позволяет продолжать автономную работу каждого узла агрегатного уровня при неисправности или выводе из работы АСУ ТП верхнего уровня станции, а также производить оперативный ремонт любого ПТК без остановки основного оборудования. Такое построение АСУ ТП определяет ключевой принцип: АСУ ТП должна быть «прозрачной» для оперативного персонала станции. Важнейшими моментами являются разде-

ление функций и построение технологически ориентированных ПТК. Это позволяет достичь двуединого эффекта: построить ПТК с достаточно сложными функциями и максимально упростить управление ими для персонала станции. При этом возможности самих ПТК раскрываются для «оперативников» постепенно, расширяя возможности, но не пугая сложностью и непредсказуемостью программных решений.

### Концепция надежного управления

Если главным выбранным критерием при построении системы стала надежность, то реализация методов управления также должна быть на соответствующем уровне. Управление агрегатами должно осуществляться бесперебойно, никакие единичные отказы в АСУ ТП не должны влиять на решение главной задачи станции: станция должна вырабатывать электроэнергию требуемого качества с заданным КПД. В результате такого подхода удалось встроить АСУ ТП в имеющуюся систему управления агрегатами, оставить в работе существующие ключи на главном щите станции, дополнив их современными методами управления при помощи манипуляторов типа «мышь» и контактных дисплеев. Управление выстроено таким образом, что при отказе ВСЕХ сетевых структур, как на нижнем, так и на верхнем уровнях управления, у диспетчера станции сохраняется полный контроль над агрегатами и вся необходимая текущая информация об их состоянии. Сохраняется и возможность пустить, остановить, нагрузить, разгрузить любой агрегат. Критичными являются отказы контроллеров ПТК ЭГР (электрическая часть электрогидравлического регулятора) и ПТК АУГ (управление режимами и защиты агрегатов). Для поддержания требуемой надежности оба ПТК выполнены с полностью дублированными контроллерами и функцией горячей замены любого оборудования (источников питания, процессоров, модулей ввода/вывода и т. д.) без остановки работы основного технологического оборудования.

Внедрение АСУ ТП Саяно-Шушенской и Майнской ГЭС продолжается, впереди еще около года работ по выполнению контракта, но уже сейчас опыт эксплуатации оборудования и программного обеспечения, поставленного фирмой НПФ «Ракурс», позволяет констатировать, что технологические системы работают правильно, надежно и наглядны для оперативного персонала. «Эксплуатация ПТК проста и доступна

*для персонала различных подразделений станции. Подтверждением надежной работы новой АСУ ТП является отсутствие инцидентов, ложных отключений, неправильной работы исполнительных механизмов», — отмечает главный инженер ОАО «СШГЭС им. П. С. Непорожного» Андрей Николаевич Митрофанов.*

Опыт работы для гидростанции такого масштаба стал, безусловно, ценным и интересным для специалистов компании. На сегодняшний день с уверенностью можно сказать, что НПФ «Ракурс» является лидером российского рынка промышленной автоматизации для объектов гидроэнергетики. Но компания не намерена останавливаться на достигнутом и продолжает развивать свои потенциальные возможности.

# РАДИКАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПОДХОДЕ К МОНТАЖУ ГИДРОАГРЕГАТОВ



**Мигуренко В. Р. (на фото),**  
генеральный директор ОАО «СГЭМ»

**Станкевич В. Л.**  
заместитель генерального директора ОАО «СГЭМ»

Для реализации «Программы развития гидроэнергетики России на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года», в которой предполагается за первые 12 лет ввести 7400 МВт установленной мощности в генерации, необходимо, по нашему мнению, совершенно иной подход к организации строительства ГЭС и к решению существующих проблем, например, к выбору монтажной организации.

В условиях плановой экономики в СССР в течение длительного времени развитие гидроэнергетики характеризовалось высокими темпами. Например, за 10 лет — с 1971 по 1980 годы — было введено в эксплуатацию 157 гидроагрегатов общей установленной мощностью 20600 МВт, то есть в среднем 2060 МВт в год. А если сравнить вводы гидроагрегатов в эксплуатацию в сопоставимые периоды с 1961 по 1980 гг. в СССР и с 1990 по 2008 гг. в России, то выводы будут не в пользу последних лет. Всесоюзный трест «Спецгидроэнергомонтаж» за 20 лет в шестидесятые-семидесятые годы ввел в эксплуатацию 373 гидроагрегата с установленной мощностью 37049 МВт, или по 1882 МВт в год. За 19 последних лет, уже акционерным обществом, ввод составил 35 гидроагрегатов мощностью 4233 МВт, или по 222 МВт в год. Результаты совершенно несопоставимые. Такие высокие показатели в советское время обеспечивались благодаря, кроме прочих условий, наличию в составе Минэнерго СССР узкоспециализированных подрядчиков, таких как: «Спецгидроэнергомонтаж», «Гидромонтаж», «Гидроэлектромонтаж» и «Гидроспецстрой». Плановые вводы новых энерго мощностей позволяли поддерживать достаточно большой удельный вес гидроэнергетики в энергетике страны и обеспечивать выполнение гидроэлектростанциями общестанционных функций.

Продолжительная и надежная работа гидроэлектростанции, являющейся источником потенциальной угрозы безопасности населения, региона и государства в целом, зависит в том числе и от качества поставленного оборудования и качества монтажа этого оборудования.

Специалисты ОАО «СГЭМ», преемника всесоюзного треста «Спецгидроэнергомонтаж», за 68 лет работы в гидростроительной отрасли накопили большой опыт и могут предложить адекватные решения важных проблем в нашей отрасли. Прежде всего надо сказать, что за время деятельности компании в условиях рынка трансформировалось представление о предмете ее деятельности. Не вызывает сомнения тот факт, что процесс создания гидроагрегата завершается на месте его установки на строительной площадке. При этом не техническое оборудование определяет параметры строительных конструкций, а особенности строительных конструкций (в первую очередь — плотины) определяют параметры гидроагрегата. Оборудование каждой гидроэлектростанции уникально и определяется его техническими данными, конструктивным решением, весовыми характеристиками и строительным комплексом

Машинный зал ГЭС Асуанской высотной плотины в Египте



Здание ГЭС Асуанской высотной плотины в Египте



Машинный зал ГЭС Асуанской высотной плотины в Египте



Строительство ГЭС Тери, Индия



Монтаж гидроагрегата. Подземное здание ГЭС Тери, Индия

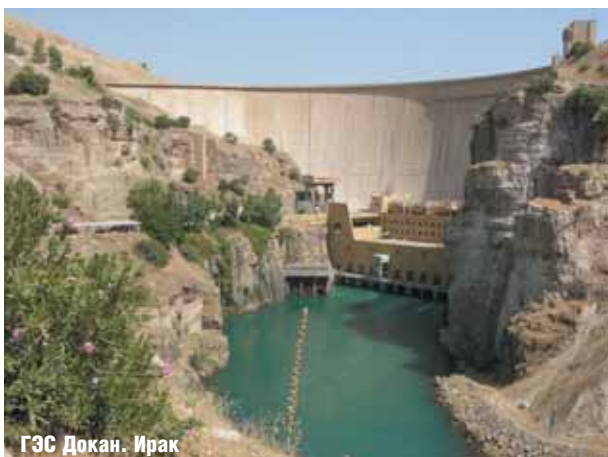
в целом. Указанное обстоятельство позволяет характеризовать предмет деятельности монтажной организации как единичное производство, что полностью соответствует межгосударственному стандарту «Создание изделий единичного и мелкосерийного производства, собираемых на месте эксплуатации» (ГОСТ 15.005.86). Таким образом, мы приходим, определяя предмет деятельности монтажной компании, от «монтажа гидроагрегата из крупных узлов, поставляемых заводами-изготовителями», к созданию сложного изделия — «системы гидроагрегат-гидросооружение», производящей конечный продукт — электрические мощности. Процесс изготовления системы «гидроагрегат-гидросооружение» может быть обеспечен только в едином комплексе с гидроэлектростанцией на месте его установки в условиях стройплощадки. Этот процесс включает в себя не только контрольную сборку турбины, генератора и отдельных узлов агрегата, которые не могут быть проведены на заводах, но и пуско-наладочные работы, и, главное, — окончательное изготовление частей будущей системы на месте ее монтажа. В последнее время наметилась устойчивая тенденция переноса заводами-изготовителями гидротурбинного и генераторного оборудования ряда сложных и ответственных операций с заводских площадок на строительную площадку. К таким узлам относятся спиральные камеры со сборкой и гидравлическим испытанием, сборка в «кольцо» статора генератора с укладкой обмотки и активного железа. Это полностью заводская операция только на месте установки. Процесс завершения превращения отдельных элементов и деталей турбины и генератора в единое целое составляет около 25% всего объема работ по его изготовлению, что делает монтажную компанию полноценным участником производственного процесса. Необходимо отметить, что до создания в 1942 г. специализированной организации по монтажу гидро-

агрегатов — треста «Спецгидроэнергомонтаж» — монтаж агрегатов производился полностью заводами, и эти работы входили в процесс изготовления как его неотъемлемая часть.

Вы не найдете понятие «гидроагрегат» ни в технических условиях на изготовление, ни в регламентах, ни в стандартах, в отличие от понятий «гидротурбина» и «гидрогенератор». Ключевым свойством, отличающим конечное изготовленное изделие, то есть гидроагрегат, является приобретенное им новое качество: способность производить продукт — электрические мощности.

Новое качество изделия, как результат деятельности компании, позволяет осознать истинную величину ответственности выполняемых компанией работ и определить ее статус в производственном цикле как одного из изготовителей конечного продукта. В связи с этим возникает необходимость пересмотра принципов определения цены за произведенную работу. В основу определения цены, как и в развитых западных странах, вместо принципа стоимости материалоемкости должен быть поставлен принцип стоимости труда, что естественно приводит к необходимости постоянного увеличения производительности труда. Одновременно повышаются требования к самому изготовителю в виде возрастающей финансовой ответственности компании, которая должна быть закреплена в форме финансовых гарантий на возврат аванса, надлежащее исполнение работ и их качество.

Специфика отрасли диктует необходимость возвращения к системному подходу при реализации крупных проектов в гидроэнергетике, отказ от которого в последние годы привел к тому положению, когда изготовление единой системы дробится в конкурсных условиях на отдельные части. В результате выполнение работ компаниями, не связанными друг с другом, приводит к временным и технологическим разры-



ГЭС Докан. Ирак



Машинный зал ГЭС Джердап, Сербия



Сборка гидроагрегата. ГЭС Капанда в Анголе



Монтаж ротора гидрогенератора. ГЭС Капанда в Анголе

вам, ставящим под угрозу срыва как сроки введения объекта в эксплуатацию, так и качество создаваемого оборудования, работу системы в целом. Системный же подход позволяет соединить в единую цепь процесс создания конечного продукта, максимально эффективно используя направляемые на эти цели финансовые ресурсы.

В связи с замедлением в конце прошлого и начале нового века темпов строительства ГЭС, начатых в советское время, в результате 20-летнего провала в развитии гидроэнергетики, большинству монтажных организаций не удалось сохранить необходимые конкурентные преимущества, в частности: кадровый состав, производственные базы, деловые связи с партнерами. В этих условиях возможно решение крупных проектов путем создания консорциумов узкоспециализированных организаций, включая проектные. Это также позволит отсеять от значимых проектов безответственные фирмы и людей. Надо отметить упрощенное понимание принципов рыночной экономики лицами, проводившими в стране экономические реформы. Это привело к механическому переносу принципа ценовой конкуренции на критерии конкурсного отбора организации-исполнителя работ и в целом на исполнение работ в таком высокотехнологичном и высокоспециализированном сегменте рынка как гидроэнергетика.

## Рекомендации

Принимая во внимание, что оборудование каждой гидроэлектростанции является уникальным и что система «гидроагрегат-гидросооружение» создается в условиях строительной площадки на месте установки гидроагрегата из деталей и узлов, поставляемых заводами-изготовителями, признать монтажную организацию участником изготовления гидросилового оборудования.

Новые технологии в изготовлении гидросилового оборудования, новые системы управления гидроагрегатами, необходимость ведения работ на достраиваемых гидроэлектростанциях параллельно с переработкой прежних устаревших проектов требуют адекватного завершения мероприятий по вводу мощностей и в части выбора исполнителя. Это необходимо и для продления надежной работы оборудования сверх нормативного, составляющего срок эксплуатации от 30 до 50 лет и обеспечивающего основные показатели: повышение надежности и коэффициента использования, улучшение КПД, мощности, кавитационных характеристик, расширение диапазона эксплуатационных режимов, экологических свойств оборудования, уменьшение эксплуатационных издержек. С целью избегания рисков при строительстве гидроэлектростанций, являющихся источником потенциальной угрозы безопасности людей, регионов и государства в целом, ужесточить выбор подрядных организаций, отдавая предпочтение консорциумам с управляющей компанией, обладающей современным опытом ведения работ, способной отследить исполнение технической части проекта в полном объеме при сохранении внешнего финансового контроля.

Основой современного ценообразования должно стать формирование цены проекта на базе фактически произведенных работ.

Безусловно, монтаж гидроагрегатов, являющийся частью создания гидроагрегата на месте его установки, требует, кроме соответствующей оплаты работы, наличия монтажной организации, обладающей опытом подобных работ, традициями, финансовыми возможностями, ответственностью и главное в этом перечне — наличием коллектива высокопрофессиональных специалистов, потому что монтаж гидроагрегатов не только сложная технологическая операция, но и искусство.



Лесогорская ГЭС на р. Вуоксе



Реконструкция гидроагрегата на Волховской ГЭС

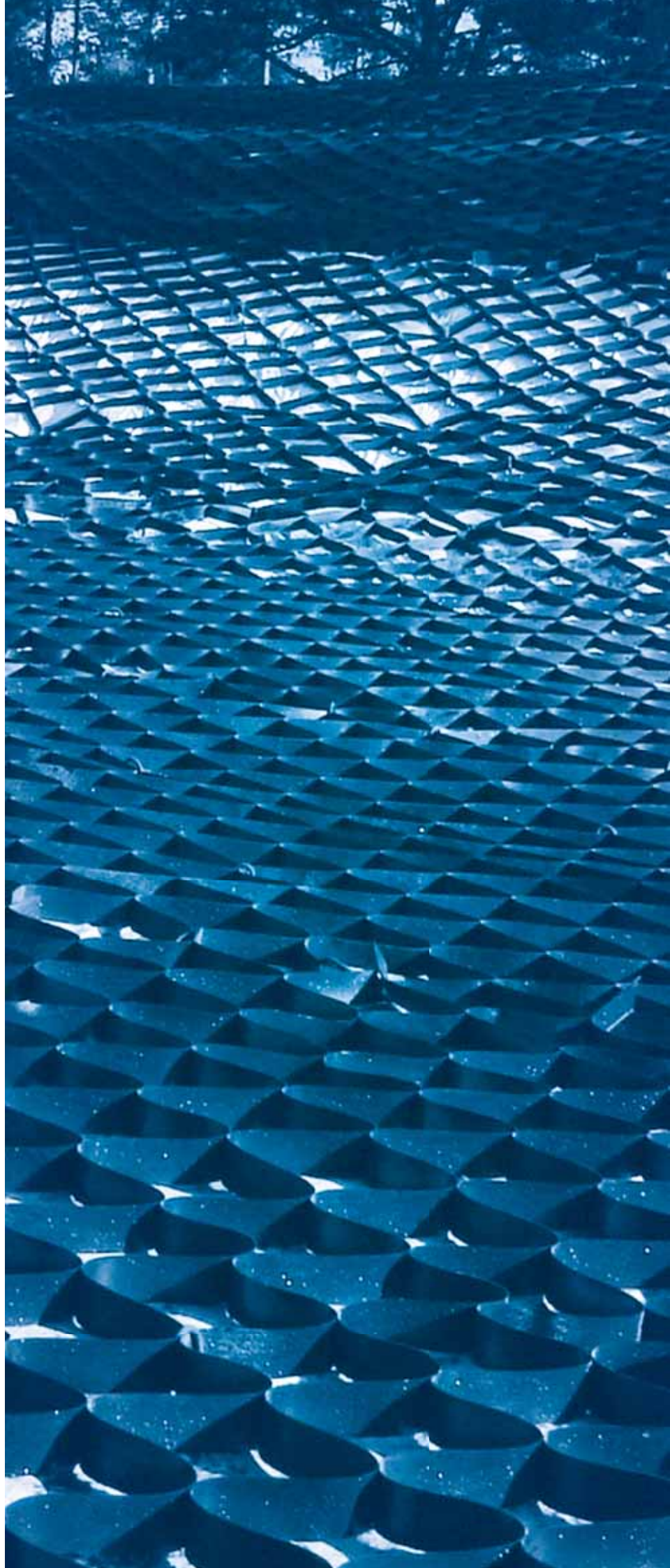
# 7.

68–86

## **МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГИДРОТЕХ- НИЧЕСКИХ РАБОТ**

ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ  
МАТЕРИАЛЫ

ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ  
ДОБАВКИ ДЛЯ БЕТОНОВ



# ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ



**Гладштейн О. И.,**  
к. т. н., зам. генерального  
директора ООО «Гидрокор»

Впервые полимерные материалы были использованы в строительстве в 1953 г. для устройства противофильтрационного экрана оросительного водоема площадью 1,0 га на объекте Хантли (штат Монтана, США).

К числу первых отечественных объектов с противофильтрационным полимерным экраном относится опытный водоем площадью 700 м<sup>2</sup>, сооруженный в Голодной степи. Для устройства экрана было использовано 600 м<sup>2</sup> полиэтиленовой пленки толщиной 0,08–0,1 мм и 100 м<sup>2</sup> поливинилхлоридной пленки толщиной 0,2–0,3 мм.

К 1990 г. на территории бывшего СССР построено более 200 водоемов и накопителей с полимерным противофильтрационным экраном общей площадью 12,0 тыс. га. В основном, за исключением единичных случаев, использовалась полиэтиленовая пленка толщиной 0,2 мм. Высокая повреждаемость полиэтиленовой пленки существенно снижала ее эффективность и область применения.

В последнее время на российском рынке появились принципиально новые полимерные материалы — так называемые геосинтетика. Под словом «геосинтетика» в широком смысле понимают специальные полимерные рулонные материалы, в том числе геомембраны (полимерные листы) толщиной 1,0–3,0 мм из полиэтилена высокой (HDPE) и низкой (LDPE) плотности, полипропилена (PP), поливинилхлорида (PVC) и других материалов, тканый и нетканый геотекстиль, георешетки и геосетки, геокомпозиты.

Термины «геосинтетика», «геомембрана», «геотекстиль» были впервые опубликованы в докладе профессора Жана-Поля Жиро в 1977 г. на конференции в Париже по использованию нетканых полотен в геотехнике и с тех пор стали общепринятыми.

Сегодня геосинтетические материалы — это в первую очередь противофильтрационные экраны гидротехнических сооружений и полигонов захоронения отходов производства и потребления.

Несмотря на относительно короткий период применения современных геосинтетических материалов в гидротехническом строительстве, рынок России развивается очень динамично. Однако существуют сдерживающие факторы, в первую очередь — отсутствие единого научно-обоснованного подхода к выбору надежной конструкции противофильтрационных экранов.



Водонепроницаемость полимерных геомембран, являющихся основным элементом противофильтрационного экрана, обусловлена структурой полимера и его физическими свойствами. При контакте с жидкостями речь может идти только о диффузии на молекулярном уровне. Поэтому при оценке надежности противофильтрационного экрана из геомембран следует принимать во внимание только фильтрацию через дефекты геомембраны или дефекты, возникающие при монтаже и в процессе эксплуатации сооружения.

Геомембраны, выпускаемые в соответствии с требованиями стандартов GRI GM13 и GRI GM17 (Geosynthetics Research Institute, США), стандарта качества ISO 9001 и ТУ 5774-002-39504194-97 «Геомембрана гидроизоляционная полимерная рулонная», могут иметь примерно 1–2 маленьких отверстия на 10 000 м<sup>2</sup> вследствие дефекта производства. Причем размер таких отверстий обычно не превышает толщины геомембраны. Поэтому определяющим фактором, который гарантирует максимальную надежность противофильтрационного экрана, является обоснованность принятых проектных решений и качества выполнения всего комплекса строительно-монтажных работ.

При условии строгого соблюдения требований качества монтажа геомембраны допускается наличие двух-трех дефектов на гектар, причем диаметр одного дефекта, как правило, составляет 2 мм, т. е. суммарная площадь дефектов равна 10<sup>-7</sup> м<sup>2</sup>.

$$\sigma \leq \sigma_T \quad (1)$$

При выборе оптимальной конструкции противофильтрационного экрана, кроме растягивающих напряжений, действующих на геомембрану от движения техники в строи-



тельный период и от гидростатического напора в период эксплуатации, необходимо учитывать также напряжения, возникающие при их деформациях, вызванных снижением несущей способности основания, локальными просадками основания, например в зонах прохода труб и других инженерных коммуникаций.

Противофильтрационная надежность экрана обеспечивается при условии, когда напряжения, возникающие в геомембране, не превышают предела текучести материала, т. е. для геомембраны из полиэтилена высокой плотности  $\sigma_T = 16,0$  МПа.

При локальных просадках основания (рис. 1) сумму проекции на ось  $X$  всех сил, действующих на геомембрану

$$\Sigma F_x = 0. \quad (2)$$

Следовательно,

$$F \cos \beta = T_U + T_L, \quad (3)$$

$$F = \sigma t, \quad (4)$$

где  $\Delta H$  — величина просадки;  $t$  — толщина геомембраны;  $\sigma$  — напряжения, возникающие в геомембране при деформации;  $T_U, T_L$  — сила трения на границе геомембраны и защитный и подстилающий слои.

$$T = Pf, \quad (5)$$

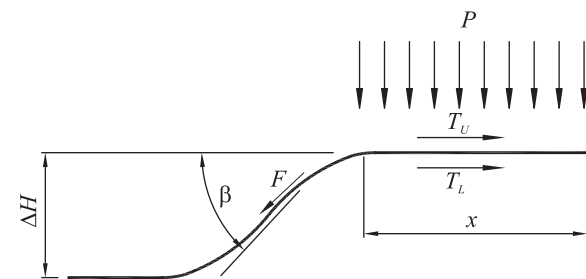


Рис. 1

где  $P$  — гидростатическое давление;  $f$  — коэффициент трения материала защитного и подстилающего слоев по геомембране.

Таким образом,

$$\sigma = P(f_n + f_s)t \cos \beta. \quad (6)$$

Если при заданной толщине геомембраны расчетные напряжения в геомембране не превосходят предела текучести, т. е. соблюдается условие (1), будет обеспечена требуемая надежность конструкции противофильтрационного экрана.

Данная методика была успешно реализована специалистами ООО «Гидрокор» при проектировании и строительстве целого ряда крупных объектов, в том числе шламонакопителя Николаевского глиноземного комбината (Украина), прудо-испарителя хвостового хозяйства Ульбинского металлургического завода в г. Усть-Каменогорск (Казахстан), консервации карьера «Мир» (АЛРОСА) в г. Мирный (Якутия) и др.

ООО «Гидрокор» — корпоративный член IAGI (International Association of Geosynthetic Installers) и IGS (International Geosynthetic Society), поэтому при реализации данных проектов осуществлялся контроль качества выполненных работ в соответствии с общепринятыми международными стандартами.



**ООО «ГИДРОКОР»**  
 Тел.: (812) 313-7431; 313-7432, факс (812) 313-7434  
 192012 Санкт-Петербург,  
 пр. Обуховской Обороны, 120, лит. Е  
 E-mail: post@gidrokor.ru, www.gidrokor.ru



# ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В КАЧЕСТВЕ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛОТИН И ДАМБ



**Лупачев О. Ю.,**  
гл. специалист-гидротехник  
ОАО «МНПО «Полиметалл»

**Телешев В. И. (на фото),**  
д.т.н., профессор СПб ГТУ

Полимерные материалы обладают рядом существенных преимуществ перед другими материалами. Они воспринимают значительные растягивающие напряжения, сохраняют прочность даже при больших деформациях, однородны по своему качеству, долговечны, технологичны и эффективны для применения в строительстве.

Благоприятными предпосылками для их применения являются малая материалоемкость, высокая технологичность при их использовании, малая зависимость от местных условий.

В настоящее время все эти листовые материалы и конструкции из них, предназначенные для устройства противофильтрационных элементов различных сооружений, называют «геомембраны». Наиболее распространены геомембраны из полиэтилена (ПЭ) и поливинилхлорида (ПВХ).

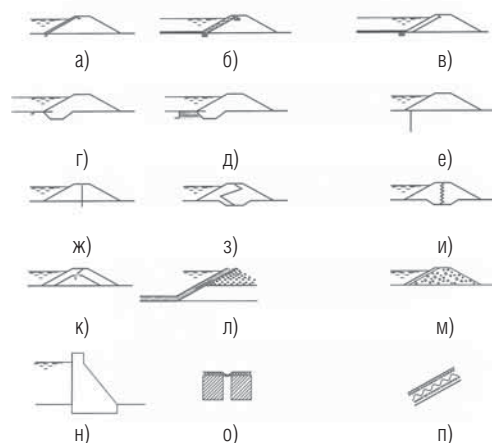
Геомембраны представляют собой изгибаемые пленочные материалы, изготовленные из синтетических полимеров. Они могут быть армированными и неармированными. Армирующий материал может быть из тканого и нетканого геотекстиля, стекловолокна и других материалов. Изготавливают и перевозят геомембраны обычно в рулонах шириной от 1,5 до 10 м. Толщина геомембран, применяемых в гидротехническом строительстве, обычно составляет от 0,5 до 3,5 мм.

Геомембраны применяются при строительстве и ремонте как земляных, так и бетонных плотин. В грунтовых плотинах из них выполняются диафрагмы или экраны. А в бетонных плотинах геомембрана наклеивается на верхнюю грань плотины, обеспечивая ее водонепроницаемость (рис. 1, 2).

Важным вопросом при проектировании и строительстве сооружений с пленочными противофильтрационными элементами является конструкция и технология устройства стыков полотнищ. Разработаны и опробованы на практике следующие конструкции стыков полотнищ пленки.

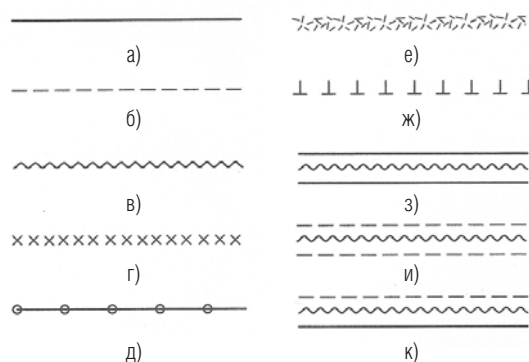
Перехлест полотнищ или, как модификация этого метода, скрутка краев. Перехлест полотнищ и скрутка краев являются самыми простыми, но наименее надежными способами соединения. Применяются в случаях, когда величина фильтрационных потерь воды не является определяющим критерием работы противофильтрационного элемента. Стыжки, выполненные таким способом, имеют малую прочность.

Склейка краев при помощи клеев и мастик. Наиболее распространена при использовании поливинилхлоридных пленок. Обеспечивает полную водонепроницаемость стыков.



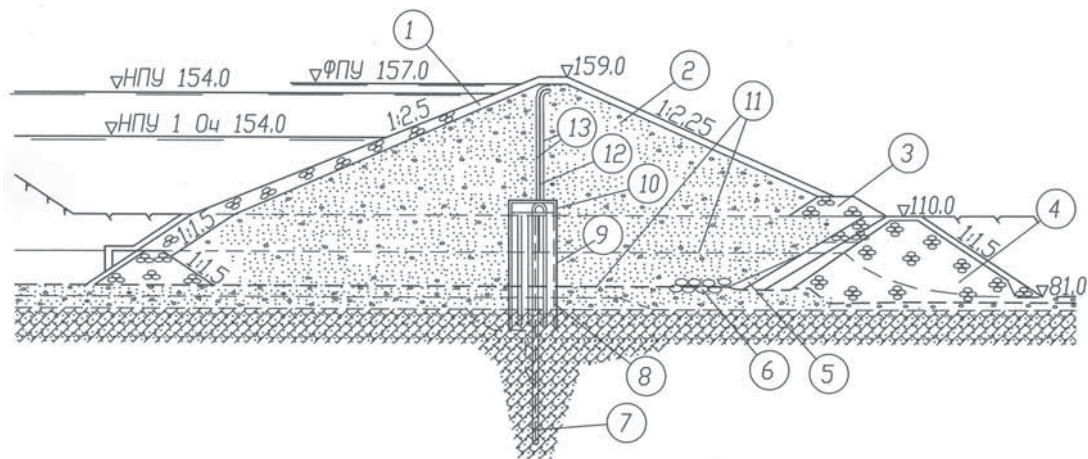
**Рис. 1. Применение геосинтетики в качестве противофильтрационных элементов:**

а–д — экраны и понуры; е — диафрагма в основании; ж–к — диафрагмы в плотинах; л — геосинтетика в экране из бетона; м, н — геосинтетика на поверхности бетонных конструкций; о, п — узлы



**Рис. 2. Обозначение конструктивных элементов, применяемых при строительстве плотин и функций геосинтетики:**

а — противофильтрационная преграда; б — фильтрующий слой с разделительной функцией; в — передача силового воздействия; г — промежуточный слой; д — макроармирование; е — микроармирование; ж — поверхностное армирование; з — конструктивный элемент; и — двойное покрытие; к — дрена, дрена/покрытие



**Рис 3. Плотина Атбашинской ГЭС с полиэтиленовой диафрагмой:**

1 — пригрузочный слой из крупного камня; 2 — песчано-галечниковый грунт; 3 — упорный низовой банкет из камня; 4 — банкет перекрытия; 5 — переходный слой с обратным фильтром; 6 — естественный завал русла камнем; 7 — инъекционная завеса; 8 — противофильтрационная завеса в песчано-галечниковом грунте; 9 — бетонная пробка; 10 — галерея; 11 — зона отсыпки грунта в воду; 12 — диафрагма толщиной 1 мм; 13 — защитные полотнища

Требует тщательного контроля качества выполнения работ при склеивании.

Склейка краев при помощи клеящих лент. Обеспечивает полную водонепроницаемость стыков. Высокотехнологична, однако в производственных условиях эффективность применения этого метода снижается при неизбежном загрязнении поверхности пленки.

Сварка полиэтилена термоконтakтным способом. Это наиболее перспективный способ, но в производственных условиях для пленок толщиной менее 1,0 мм весьма затруднительно добиться хорошего качества сварного шва.

Полиэтиленовые пленки, как правило, используются в сочетании с защитными прокладками, повышающими устойчивость пленочных конструкций против механических повреждений. В качестве защитных прокладок используются рубероид, стеклоткани, различные рулонные пластмассовые материалы, поролон, резина, а также геотекстиль. В качестве эффективных защитных прокладок также могут применяться дополнительные слои полиэтиленовой пленки. В этом случае наружные слои многослойной пленочной конструкции предохраняют от повреждений внутренние слои, которые обеспечивают водонепроницаемость конструкции в целом.

Пленочные конструкции противофильтрационных элементов грунтовых сооружений весьма требовательны к гранулометрическому составу грунтов переходных зон. Повреждаемость полимерных полотнищ частицами грунта зависит от размеров и геометрической формы этих частиц. Риск повреждения пленки частицами грунта снижается при уменьшении крупности частиц грунта и использовании грунтов с частицами округлой формы. Наиболее часто переходные зоны выполняются из песка.

Наиболее крупным гидротехническим сооружением с противофильтрационным элементом из полиэтиленовой пленки, построенным в СССР, является плотина Атбашинской ГЭС в Киргизии, построенная в 1980 году (рис. 3). Тело плотины отсыпано из песчано-гравелистых грунтов. Полный напор на плотину составляет 73 м. Центральная вертикальная полиэтиленовая диафрагма выполнена из трех слоев полиэтиленовой пленки толщиной 0,6 мм, которая стабилизирована сажой. Средний слой пленки представляет собой собственно водонепроницаемый элемент диафрагмы, а прилегающие к нему с обеих сторон дополнительные слои защищают средний слой

от случайных повреждений в период строительства и продавливания частицами грунта в эксплуатационный период. Трехслойная диафрагма находится между двумя призмами песка с максимальной крупностью частиц 5 мм. Плотина возведена в узком каньоне, борта которого имеют крутизну 70-82 град.

Строительство диафрагмы Атбашинской плотины велось в зимнее время при температурах воздуха до  $-20^{\circ}\text{C}$  и сильных ветрах, порывами до 20-30 м/с. Наблюдения показывают, что на пленочной диафрагме имеет место 100% гашение напора. Диафрагма практически водонепроницаема.

В отечественной практике полимерные материалы использовались и при возведении плотин и перемычек (рис. 4, 5, 6)

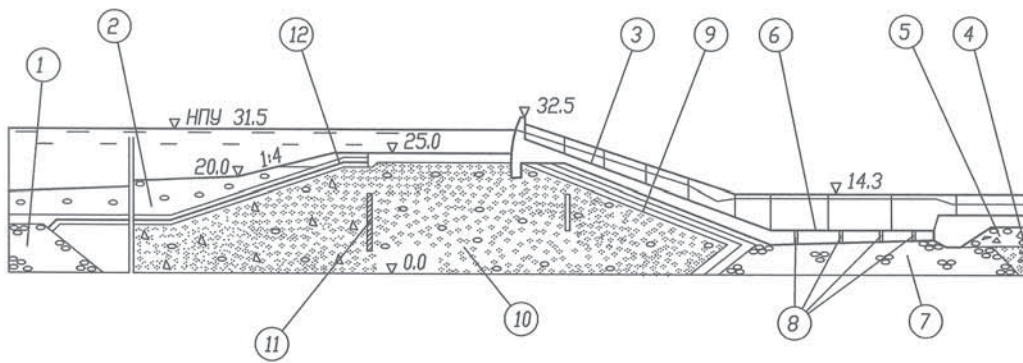
В зарубежной практике наибольшая высота грунтовой плотины с экраном из геомембраны составляет 91 м (плотина Бовилл (Албания), 1996 г.). При устройстве водонепроницаемого экрана плотины использовался тяжелый геокompозит, состоящий из 3 мм прессованной поливинилхлоридной геомембраны, соединенной полиэфирным нетканым геотекстилем горячим вальцеванием. Геокompозит был развернут из рулонов от гребня дамбы вниз по верховому откосу, имеющему заложение 1:1,6. Каждый рулон покрывает всю длину откоса, что исключило необходимость устройства горизонтальных швов.

Соединение полотнищ производилось двойным швом с воздушным каналом между швами. Все швы подвергались пневматическому испытанию на герметичность. Защиту поверхности геомембраны обеспечивают изготовленные на месте плиты из монолитного бетона размером 3x6 м, уложенные на полипропиленовый нетканый геотекстиль. Анкерка геокompозита к бетону по периметру экрана производилась резинометаллическими хомутами.

Другой пример плотины с геомембраной в качестве противофильтрационного элемента представлен на рис. 7.

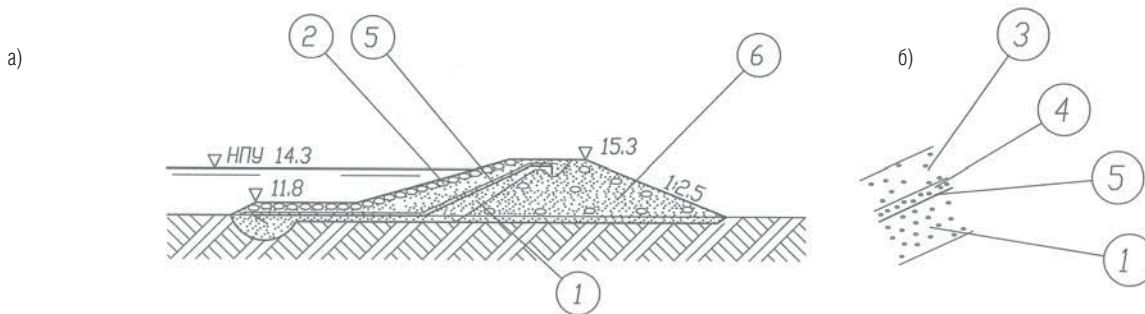
Одним из перспективных путей расширения области применения геосинтетических материалов является их применение в качестве противофильтрационных элементов в дамбах хвостохранилищ в районах Крайнего Севера. В этих районах, как правило, отсутствует достаточное количество грунтовых материалов для грунтовых противофильтрационных элементов.

Материалы для основного тела плотины находятся в вечном мерзлом состоянии, из-за чего их использование значительно затруднено. В то же время для тела плотины и ее эле-



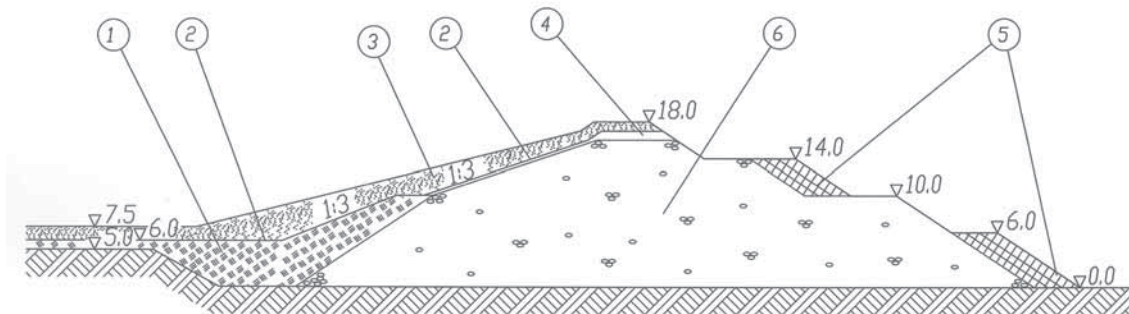
**Рис. 4. Конструкция верхней водосливной перемычки на р. Нарын:**

1 — каменный банкет; 2 — пригрузка экрана; 3 — быстроток; 4 — рисберма из крупного камня; 5 — верхней зуб рисбермы из тетраэдров и крупных камней; 6 — водобойный колодец; 7 — дренажная призма из гравия крупностью 40–100 мм; 8 — дренажные отверстия; 9 — трехслойный фильтр с толщиной слоя по 1 м; 10 — песчано-гравийный грунт; 11 — береговые бетонные шпоры; 12 — полиэтиленовый экран



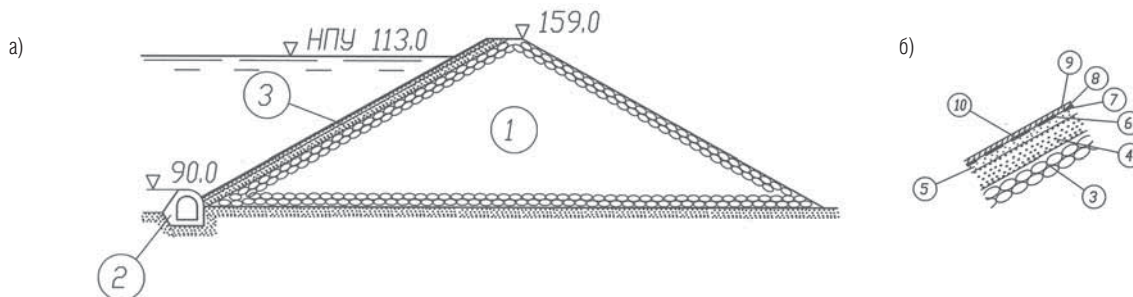
**Рис. 5. Плотина на р. Карасу:**

а — поперечное сечение плотины; б — конструкция экрана; 1 — подэкранный слой; 2 — одиночная мостовая; 3 — пригрузка; 4 — защитный слой песка; 5 — экран из полиэтиленовой пленки; 6 — тело плотины из песчано-галечникового грунта



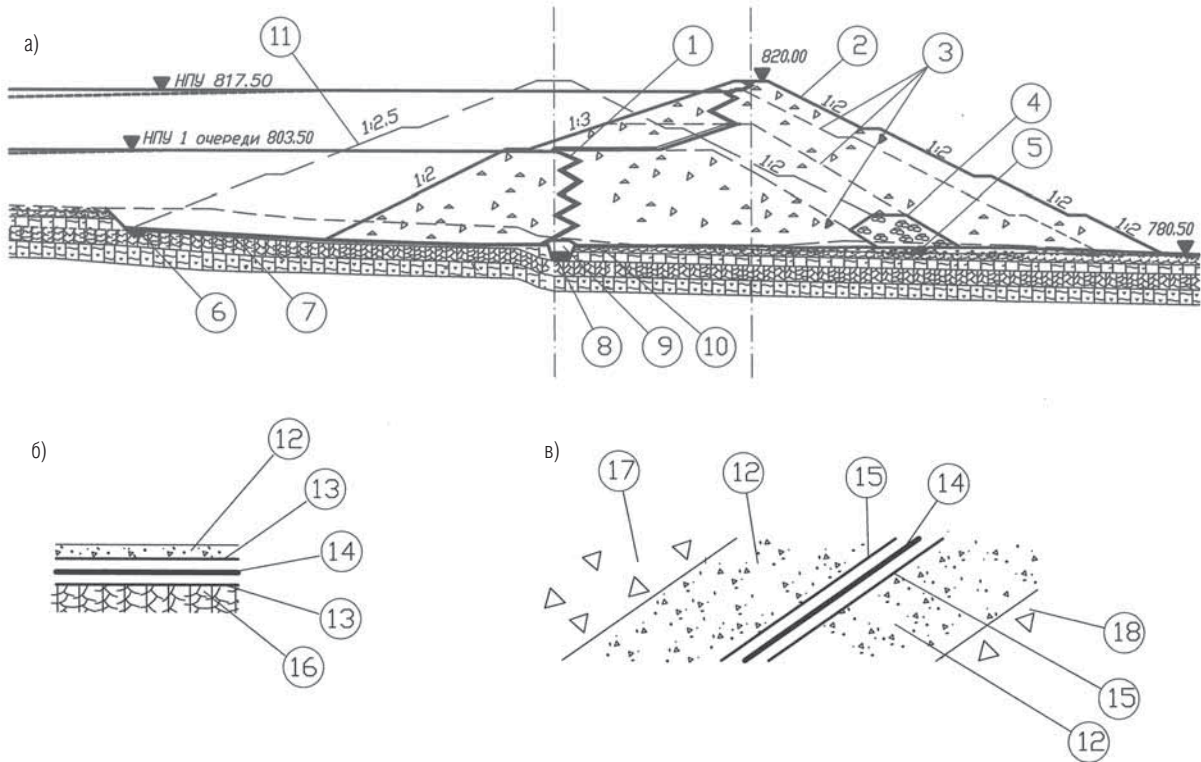
**Рис. 6. Верхняя перемычка Усть-Хантайской ГЭС:**

1 — экран из морены; 2 — полиэтиленовый экран; 3 — пригрузка; 4 — песок подстилающего слоя; 5 — грунт, отсыпаемый во вторую очередь; 6 — тело перемычки



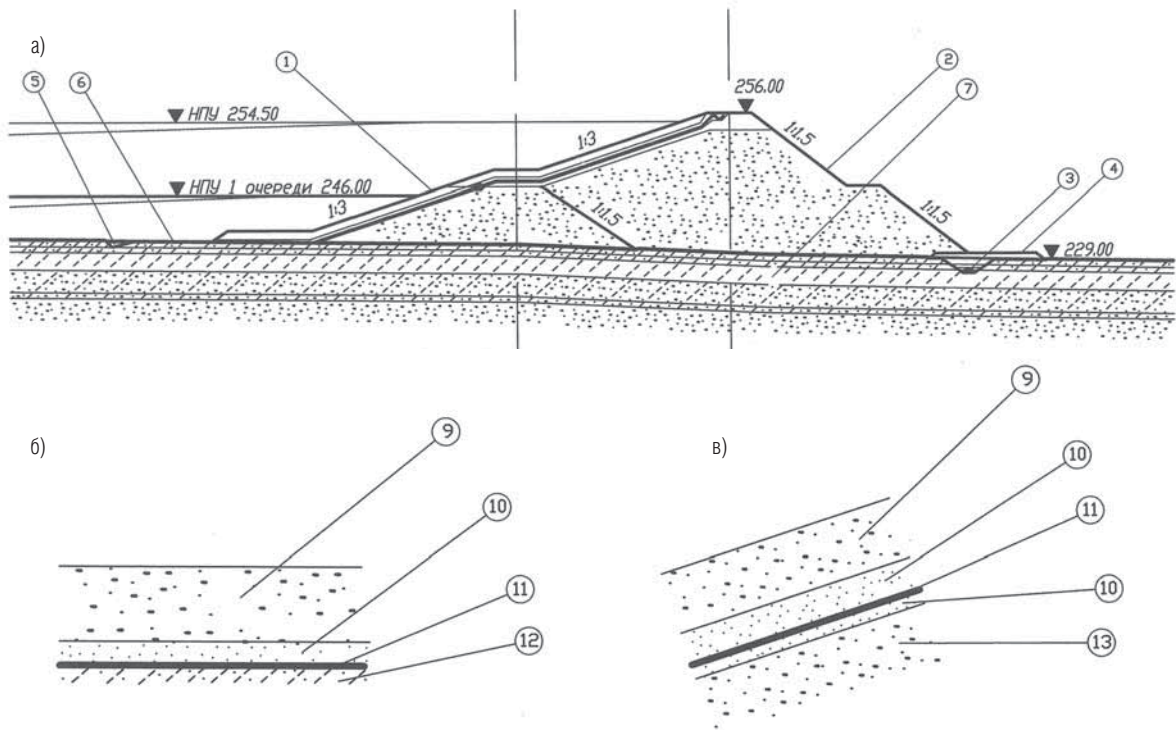
**Рис. 7. Плотина Кодоль (Франция):**

а — поперечное сечение плотины; б — деталь экрана с геомембраной; 1 — каменная наброска 0–1000 мм; 2 — галерея; 3 — двухметровый слой укатанного песка и гравия, 25–120 мм; 4 — пятнадцатисантиметровый слой гравия, 25–50 мм; 5 — пятисантиметровый слой холодной смеси, 6–12 мм; 6 — геотекстиль, подстилающий геомембрану, 400 г/м<sup>2</sup>; 7 — геомембрана из поливинилхлорида, 2 мм; 8 — геотекстиль, 400 г/м<sup>2</sup>; 9 — бетонные плиты 4,5×5 м толщиной 14 см; 10 — шов



**Рис. 8. Конструкция дамбы хвостохранилища «Лунное»:**

а — поперечное сечение дамбы; б — конструкция понура; в — конструкция диафрагмы; 1 — диафрагма из геомембраны; 2 — конечный профиль отсыпки дамбы; 3 — профили промежуточных очередей отсыпки; 4 — каменно-набросная дренажная призма; 5 — трубчатый дренаж; 6 — замок из суглинки; 7 — понур из геомембраны; 8 — зуб из монолитного железобетона; 9 — замок из суглинки; 10 — обратный фильтр из дорнита; 11 — контур плотины по первоначальному проекту; 12 — переходный слой из деревянно-щебенистого грунта — 0,75 мм; 13 — дорнит плотностью 1,0 кг/м<sup>2</sup>; 14 — полиэтиленовая пленка 1,5 мм; 15 — дорнит плотностью 0,5 кг/м<sup>2</sup>; 16 — уплотненное естественное основание; 17 — грунт верховой упорной призмы; 18 — грунт низовой упорной призмы



**Рис. 9. Конструкция дамбы хвостохранилища «Хакаджинское»:**

а — поперечное сечение дамбы; б — конструкция понура; в — конструкция экрана; 1 — первая очередь отсыпки дамбы (построена); 2 — конечный профиль отсыпки дамбы (проект); 3 — трубчатый дренаж; 4 — каменно-набросная призма; 5 — замок из суглинки; 6 — понур из геомембраны; 7 — экран из геомембраны; 8 — слой из малопроницаемых суглинистых грунтов в основании дамбы; 9 — пригрузка из гравийно-галечникового грунта; 10 — защитный слой из песка; 11 — полиэтиленовая пленка 1,5 мм; 12 — уплотненное естественное основание; 13 — низовая призма дамбы

# Геосистемы

## ООО «Еврогеодор»

ООО «Еврогеодор» осуществляет весь комплекс дорожно-строительных работ, в том числе строительство и ремонт автомобильных дорог, благоустройство, мощение, озеленение, укрепление откосов, насыпей и берегоукрепление с использованием георешетки и геотекстиля.

**Легко решаем  
сложные вопросы**

Санкт-Петербург,  
Магнитогорская ул. д.17  
Тел./факс: (812) 320-0650, 224-0730  
E-mail: info@eurogeodor.ru, www.eurogeodor.ru

Собственное производство и реализация геосинтетических материалов, используемых в гидротехническом, дорожном, подземном и природоохранном строительстве.

# ПЕТРО DOMUS

## Группа компаний «Петродомус»



- Поставки геомембран и геосинтетических материалов ведущих мировых производителей.
- Монтаж противофильтрационных экранов.

**ООО «Петродомус СПб»**  
197022 г. Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 1/3  
Тел.: (812) 327 51 37, 327 51 95, 327 51 96, 327 51 07  
E-mail: domus-spb@mail.ru, ilya@spb-petrodomus.ru  
www.petrodomus.ru

ментов появляется возможность использовать горную массу от переработки горно-рудных предприятий, для которых и строится хвостохранилище. Поэтому в этих условиях варианты дамб с использованием геосинтетических материалов для противофильтрационных элементов и формирование тела плотины и ее элементов из материалов переработки горно-рудных предприятий являются наиболее перспективными.

В конструктивном отношении насыпные дамбы наливных хвостохранилищ с противофильтрационным элементом из геомембраны представляют собой каменно-набросные плотины с экраном или диафрагмой из геосинтетического материала.

Широкое распространение геосинтетических материалов при строительстве противофильтрационных элементов дамб хвостохранилищ обусловлено совокупностью химических и физических свойств синтетических материалов, а также достижениями в технологии производства работ.

Химическая промышленность выпускает рулонные синтетические материалы с различными свойствами, что обеспечивает надежность их применения практически для любых составов отходов, накапливаемых в хвостохранилищах. Геосинтетические материалы обладают достаточной долговечностью. Как правило, изготовители дают гарантию на 50 и более лет. Температуры, при которых возможна эксплуатация геосинтетических материалов находятся в пределах от  $-70$  до  $+50$  °C, что позволяет применять геомембраны в любых природно-климатических зонах.

Рулонный материал для изготовления геомембраны обладает незначительным весом, что позволяет транспортировать его в отдаленные и труднодоступные районы. Например, материал геомембраны для 1 очереди дамбы хвостохранилища «Лунное» площадью  $50000 \text{ м}^2$  при толщине 1,5 мм ве-

сит всего 75,0 т, транспортируется в 35 рулонах шириной по 7,0 м. Защитные прокладки из дорнита плотностью  $0,5 \text{ кг/м}^2$  имеют вес 60,0 т. Прочие расходные материалы — около 5,0 т. Итого, вес завозимых на площадку строительства материала для изготовления противофильтрационного элемента составил около 140,0 т.

Характерными современными примерами строительства дамб хвостохранилищ являются дамбы горно-обогажительных комплексов «Лунное» и «Хакаджинское». Их конструкции представлены на **рис. 8 и 9**. Эти дамбы возведены в условиях Крайнего Севера.

В дамбах в качестве противофильтрационных элементов применены геомембраны толщиной 1,5 мм, геотекстиль в виде дорнита.

При строительстве дамбы «Лунное» были проведены крупномасштабные опытные работы, которые позволили отработать детали конструктивных и технологических решений и в итоге выработать наиболее рациональную конструкцию и технологию возведения, которые были воплощены в дамбе хвостохранилища «Хакаджинское».

Дамба на месторождении «Лунное» строилась в 2000–2005 гг. Работы по монтажу геомембраны производились специалистами компании «Гидрокор». Дамба на месторождении «Хакаджинское» строилась в 2002–2004 гг. Работы по монтажу геомембраны выполнялись специалистами компании «Пластполимер».

С момента начала строительства за состоянием дамб ведется непрерывный мониторинг. Фильтрационный поток полностью перехватывается дренажными системами. В контрольных створах ниже сооружений загрязнения не обнаружены. Отрицательной информации за период эксплуатации дамб не поступало.



**Павлов Ю. А.,**  
ведущий технический специалист  
ЗАО «НПФ «Мир красок»

Под воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды незащищенные металлические поверхности подвергаются коррозии, которая является наиболее распространенным из дефектов металлоконструкций. Ежегодные потери мировой экономики от данного разрушительного процесса оцениваются многими десятками миллиардов долларов, и с увеличением применения металлоконструкций потери ежегодно возрастают.

Как известно, электрохимическая коррозия — процесс разрушения металла в результате взаимодействия с электролитически проводящей средой. На скорость коррозии оказывает влияние целый ряд факторов, основными из которых являются продолжительность увлажнения, наличие абразивных частиц, воздействие агрессивных факторов (как на подложке, так и в среде, в которой эксплуатируется конструкция), степень аэрации, обрастание биологическими организмами, скорость потока.

Если говорить о процессе электрохимической коррозии в общем, то данный процесс можно описать следующей реакцией:  $4\text{Fe} + \text{xH}_2\text{O} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{xH}_2\text{O}$

Процесс коррозии сопровождается образованием гидрофильных оксидов железа, которые способствуют увеличению «влагоудержания» металла, что, в свою очередь, приводит к катализации разрушительного процесса, и, таким образом, скорость процесса коррозии увеличивается.

В общем случае процесс коррозии может определяться следующими факторами:

- ♦ скоростью диффузии реагентов (воды и кислорода) к поверхности металла, или удалением продуктов реакции (ржавчины) с поверхности металла;
- ♦ скоростью реакции взаимодействия металла с коррозионной средой;
- ♦ скоростью обеих реакций.

В свою очередь, по характеру методы АКЗ металла можно подразделить на следующие:

1. Методы, основанные на изменении характера взаимодействия металла и коррозионно-агрессивной среды (в частности, нанесение ЛКП).
2. Методы, основанные на изменении свойств металла (легирование, термообработка и пр.).
3. Методы, основанные на изменении свойств окружающей среды (осушение воздуха, обескислороживание водной среды).

Наиболее распространенным и целесообразным методом долговременной защиты металлических конструкций от коррозии является нанесение лакокрасочного покрытия (ЛКП), которое помимо создания защиты позволяет придавать изделию необходимые декоративные свойства.

Степень будущего воздействия коррозии на изделие определяется уже на стадии его проектирования и конструирования, в процессе выбора проектных и конструкторских решений. Элементы сооружений должны быть спроектированы таким образом, чтобы их конструкция, по возможности, максимально исключала застойные зоны, излишние местные сопротивления (вставки, которые способствуют излишней турбулентизации потока); поверхность изделия не должна иметь острых кромок и прочих участков, на которых очень трудно сформировать целостное ЛКП; должны отсутствовать места потенциального возникновения контактной коррозии; следует избегать применения прерывистых сварных швов, кроме того, по возможности необходимо, чтобы конструкция по всей площади была доступна для нанесения ЛКП.

Другим немаловажным фактором получения высококачественного лакокрасочного покрытия являются очистные работы.

Стоимость работ по подготовке поверхности обычно составляет 75–80% от общей стоимости работ по АКЗ. А поскольку зачастую эта стоимость обычно пропорциональна достигаемому уровню чистоты поверхности, то целесообразно выбирать уровень подготовки, соответствующий системе покрытия.

Как известно, защитные свойства ЛКП зависят в первую очередь от характера взаимодействия ЛКМ с подложкой. Для обеспечения нормального взаимодействия ЛКМ с подложкой между ними необходим контакт. В свою очередь полноте контакта препятствует наличие на поверхности жировых, масляных загрязнений, избыточное содержание солей и оксидов (прокатной окалины, ржавчины). Жировые и масляные загрязнения опасны тем, что они влияют на смачиваемость поверхности металла ЛКМ. Недостаточное удаление солевых загрязнений приводит к преждевременному разрушению ЛКП под воздействием осмотического проникновения растворов солей под пленку. Кроме этого, необходимо как можно тщательнее удалять с поверхности металла прокатную окалину и ржавчину. Это связано с тем, что оксиды железа при погружении имеют более положительный электродный потенциал по сравнению с потенциалом железа, и наибольшая интенсивность коррозии стали



наблюдается именно на участках с разрушенной поверхностью окалины при эксплуатации конструкций во влажном климате или в условиях погружения. Окалина очень прочно сцеплена с поверхностью стали, и ее удаление — достаточно трудоемкий процесс. Наиболее эффективным и экономически целесообразным методом удаления прокатной окалины является абразивоструйная подготовка поверхности. Данный метод, помимо удаления прокатной окалины, позволяет дополнительно активировать поверхность (придать ей шероховатость). При выборе защитных систем ЛКП необходимо принимать во внимание воздействия, которым подвержены конструкции.

Применимо к гидротехническим сооружениям целесообразно подразделять условия эксплуатации на следующие условные зоны:

- ♦ Зоны воздействия открытой морской атмосферы (С5М по ИСО 12944). Это береговая и удаленная от побережья морские зоны. Данные участки характеризуются сильным воздействием УФ-излучения в сочетании с климатическими факторами (дождь, снег), высоким уровнем солености атмосферы. Потери в толщине незащищенной низкоуглеродистой стали в первый год эксплуатации в данной атмосфере составляют 80–200 мкм/год;
- ♦ Зоны воздействия брызг и переменного смачивания. Данные зоны также характеризуются воздействием УФ-излучения в сочетании с климатическими факторами, а также более высокой влажностью. Зона переменного смачивания характеризуется сильным абразивным воздействием. Данные зоны являются наиболее агрессивными, поскольку в них хорошо налажен процесс диффузии кислорода в зону реакции. Доказательством этого является тот факт, что средние потери в первый год эксплуатации незащищенной низкоуглеродистой стали в данных зонах составляют 500–700 мкм/год и 300–400 мкм/год для зоны воздействия брызг и зоны переменного смачивания соответственно.
- ♦ Зона погружения — условия эксплуатации Im1 и Im2 (по ИСО 12944). Данные зоны характеризуются относительно низким содержанием кислорода (растворенного в воде), также достаточно критическим фактором является содержание растворенных солей, особенно хлоридов, которые являются отличными депассиваторами металлов. Еще одним критическим фактором является

скорость движения потока воды (который может увеличить скорость доставки кислорода в зону реакции и удаления продуктов реакции из зоны реакции). Скорость коррозии незащищенной низкоуглеродистой стали в данной зоне составляет в первый год эксплуатации 150–200 мкм/год. Также данная зона характеризуется абразивным воздействием на ЛКП.

Немаловажно обратить внимание на защиту железобетонных конструкций гидротехнических сооружений. Главная причина разрушения подобных конструкций — проникновение избыточного количества воды в поры бетона. А ведь, как известно, вода при замерзании расширяется, и это приводит к увеличению расклинивающего давления на бетон.

Еще одной проблемой является окисление арматуры. По своей природе вода, так или иначе присутствующая в «свежезалитом бетоне», имеет щелочную реакцию, и это создает пассивационный слой вблизи поверхности арматуры. Однако в процессе эксплуатации бетона происходит проникновение хлоридов и углекислого газа в структуру бетона. Это в свою очередь приводит к постепенному снижению уровня pH, в том числе рядом с арматурой, и начинается процесс ее коррозионного разрушения. Как правило, продукты коррозии металла имеют больший объем, чем первоначальный объем стали, что, в свою очередь, опять же увеличивает расклинивающее давление на монолит бетона.

В 2002 году ОАО «Трест Гидромонтаж» выпустил руководящий документ РД ГМ-01-02, в который включены схемы ЛКП с использованием материалов компании «Текнос».

### Воздействие открытой атмосферы

Для долговременной защиты металлоконструкций (долговечность покрытия до 20 лет), эксплуатирующихся в условиях **морской атмосферы** (С5М согласно ISO 12944), фирма «Текнос» может предложить несколько схем ЛКП.

К примеру: схема с применением эпоксидного грунтовочного материала «Текнопласт Праймер 7» и полиуретанового финишного слоя «Текнодур 0050» (полуглянцевое исполнение) или «Текнодур 0090» (глянцевое исполнение) общей толщиной 200 мкм. Грунтовочный материал при необходимости может поставляться с зимней версией отвердителя, которая обеспечивает полимеризацию материала при температурах вплоть до –5 °С. Эту грунтовку можно покрывать следующим

слоем через короткий промежуток времени, а следовательно, она подходит для проведения работ в быстром темпе.

Материалы «Текнодур 0050/0090» применяются в качестве поверхностной краски для стальных и металлических поверхностей. Краска образует пленку, которая исключительно хорошо выдерживает механическую нагрузку и атмосферное воздействие. Материал колеруется практически в любой цвет, причем от партии к партии оттенок точно соответствует заданному по колеровочной карте.

Если абразивоструйная подготовка поверхности по той или иной причине не может быть выполнена, то в качестве грунтовочного материала можно использовать материал «Инерта Мастик», который можно наносить на поверхность, подготовленную до степени St2 (очистка ручным или механическим инструментом) и даже по влажной поверхности. Схема с применением материала «Инерта Мастик» может применяться как при первой окраске, так и при ремонте уже существующей схемы. Также данный материал может поставляться с зимней версией отвердителя, что позволяет «Инерта Мастик» полимеризоваться даже при температурах до  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Для долговременной защиты металлоконструкций, эксплуатирующихся в условиях морской атмосферы (С5М), в качестве защитного покрытия можно применять самогрунтующийся полиуретановый материал «Текнотар 200», который достаточно технологичен в работе — полимеризуется при температурах до  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  (с применением стандартного отвердителя) и в условиях высокой относительной влажности (RH до 95%).

СХЕМА № 1 Текнопласт Праймер 7 Текнодур 0050/0090	СХЕМА № 2 Инерта Мастик Текнодур 0050/0090	СХЕМА № 3 Текнотар 200
Общая толщина сухой пленки: 200 мкм	Общая толщина сухой пленки: 200 мкм	Общая толщина сухой пленки: 200 мкм

### Зона переменного смачивания

В качестве технологического решения по защите металлоконструкций, находящихся в **зоне переменного смачивания** в РД ГМ-01-02 внесены схемы лакокрасочных покрытий компании «Текнос», базирующиеся на одном из следующих самогрунтующихся материалов: «Текнотар 200», «Инерта 165» и «Инерта 160».

Для материалов, которые предполагается применять для защиты металлоконструкций в данной зоне, помимо требований по высокому омическому сопротивлению выдвигаются особые требования по устойчивости к абразивному износу.

Материал «Инерта 160» является «визитной карточкой» концерна «Текнос». Данный материал разрабатывался специально для окрашивания корпуса ледоколов в зоне переменного смачивания и очень хорошо зарекомендовал себя в течение вот уже более 20 лет. Стоит обратить внимание на весьма высокую износостойкость данного материала — согласно стандарту ISO 7784 при использовании колеса CS17 составляет всего 130 мг.

Наиболее подходящим оборудованием при работе с «Инерта 160» является двухкомпонентное безвоздушное распыление. Данным методом возможно нанесение слоя «Инерта 160» с толщиной сухой пленки от 400 микрон. Долговечность покрытия на основе материала «Инерта 160» с толщиной сухой пленки 400 мкм — до 25 лет.

Материал «Инерта 165» является модификацией материала «Инерта 160», которая адаптирована под однокомпонентное безвоздушное распыление. Материал также обладает высоким омическим сопротивлением и высокой устойчивостью к абразивному износу. Долговечность покрытия на основе материала «Инерта 165» общей толщиной сухой пленки 400 мкм составляет до 20 лет.

СХЕМА № 4 Инерта 160	СХЕМА № 5 Инерта 165	СХЕМА № 6 Текнотар 200
Общая толщина сухой пленки: 400 мкм	Общая толщина сухой пленки: 400 мкм	Общая толщина сухой пленки: 400 мкм

### Погружение в морскую и пресную воду

Следует отметить, что данные схемы защитных лакокрасочных покрытий успешно работают и в **условиях погружения в морскую и пресную воду, а также защищают металлоконструкции, располагающиеся в грунтах**. Однако, исходя из особенностей эксплуатации в данных зонах, общие толщины сухой пленки несколько больше, чем для систем ЛКП, предназначенных для зоны переменного смачивания.

СХЕМА № 7 Текнотар 200	СХЕМА № 8 Инерта 165	СХЕМА № 9 Инерта 160
Общая толщина сухой пленки: 500 мкм	Общая толщина сухой пленки: 500 мкм	Общая толщина сухой пленки: 500 мкм

Все вышеупомянутые схемы разработаны в соответствии с европейским стандартом ИСО 12944-5 «Лаки и краски. Антикоррозионная защита стальных конструкций от коррозии с помощью защитных лакокрасочных систем. Защитные лакокрасочные системы». Данные схемы позволяют:

- ♦ получить антикоррозионное и защитное покрытие, сохраняющее свои защитные и декоративные свойства на достаточно длительный срок (до 20 лет);
- ♦ сократить время нанесения ЛКП за счет высокой технологичности (широкий интервал перекрытия последующим слоем, достаточно быстрое высыхание до транспортабельного состояния, возможность получения толщины сухой пленки до 500 мкм за один слой);
- ♦ улучшить экологическую составляющую проведения работ — за счет низкого содержания летучих органических веществ (VOC).

В России все вышеперечисленные марки материалов фирмы «Текнос» представляет ЗАО «НПФ «Мир красок». Кроме того, компания может предложить схемы противоскользящих покрытий («антислиперы») и схемы ЛКП для защиты железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в условиях открытой морской атмосферы, условиях погружения в морскую и пресную воду, где требуется применять материалы с высокой проникающей способностью, с низким влагопоглощением, высоким газовым диффузным сопротивлением и диффузным сопротивлением парам воды, а также с высоким сопротивлением диффузии солей в структуру железобетона.

В зависимости от условий эксплуатации специалисты компании помогут подобрать наиболее подходящую схему ЛКП для тех или иных условий.

ЗАО «НПФ «Мир красок» было создано в 1999 году для обеспечения рынка лакокрасочных материалов сравнительно недорогой и качественной продукцией. Подтвердив высочайшее качество поставляемых материалов, работая с крупнейшими проектными организациями России, ЗАО «НПФ «Мир красок» за короткий срок превратилось в крупное, динамично развивающееся предприятие. На сегодняшний день компания является одним из крупнейших предприятий Северо-Западного региона РФ в части комплексного обеспечения строительных и специализированных монтажных организаций лакокрасочными материалами, а также сопутствующими контрольно-измерительными приборами, окрасочным оборудованием, оборудованием для подготовки поверхности и расходными материалами.

К настоящему моменту ЗАО «НПФ «Мир красок» обладает собственными высокомеханизированными складами и предста-



вительствами на территории Санкт-Петербурга, Москвы, Самары, Краснодара, Екатеринбургa. Товарооборот фирмы превышает 2 миллиона литров лакокрасочных материалов в год.

Продукция концерна «Текнос» известна в России уже 40 лет. Данная компания была основана в Финляндии и с 1948 года работает в области лакокрасочных материалов, являясь одним из ведущих скандинавских поставщиков рынка промышленных ЛКМ. Компания «Текнос» — семейное предприятие. Семейный бизнес имеет особые преимущества, такие как долгосрочное планирование, гибкость и способность быстро принимать решения. Все это находит отражение в корпоративной культуре и ценностях компании. Компания «Текнос» известна своим новаторским подходом к производству лакокрасочной продукции, большим количеством передовых научно-исследовательских разработок и ориентированностью на потребителя.

Понимая сложность решения проблем, связанных с антикоррозионной защитой, ЗАО «НПФ «Мир красок» еще на стадии получения технического задания привлекает к выработке технических рекомендаций не только специалистов компании «Текнос», но и ведущих специалистов различных российских отраслевых НИИ, в том числе СПКТБ «Ленгидросталь» и СПКТБ «Мосгидросталь». Цель проведения тестов — подтвердить безопасность, технологичность и соответствие условиям эксплуатации рекомендуемой схемы окраски. Одна из ведущих отечественных организаций в области строительства гидротехнических сооружений — ОАО «Трест Гидромонтаж» — включила схемы концерна «Текнос» в свой РД.

ФГУП ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей» провело комплексное испытание лакокрасочных покрытий «Текнос» и рекомендовало их для антикоррозионной защиты металлоконструкций, в т.ч. и для гидромеханического оборудования на АЭС.

Проведенные в НИКИМТ испытания подтвердили высокую антикоррозионную и радиационную стойкость покрытий «ТЕКНОС».

На основании протоколов испытаний ФГУП ЦНИИ «Прометей» и НИКИМТ, покрытия «Текнос» были включены НИИ «Атомэнергопроект» в проект (часть: антикоррозионная защита) по Тяньваньской АЭС и Бушерской АЭС.

Выбор той или иной схемы ЛКП для антикоррозионной защиты металлоконструкций или для защиты железобетонных конструкций от разрушения — очень ответственный процесс. Однако недальновидные заказчики производят выбор схемы ЛКП, руководствуясь стоимостью литра, а не стоимостью квадратного метра схемы ЛКП. Такой подход недопустим, поскольку стоимость ЛКМ, как правило, составляет не более 8% от общей стоимости ЛКП (с учетом проведения абразивоструйной обработки поверхности и затрат по нанесению ЛКМ). Таким образом, использование более дешевых ЛКМ позволит лишь незначительно снизить величину общих расходов, однако приведет к необходимости в более опережающие сроки проводить ремонт ЛКП. А поскольку на гидротехнических объектах, в силу их особенности, крайне трудно проводить ремонт без вывода их из эксплуатации, то это в свою очередь приведет к финансовым потерям, возникающим в результате простоя того или иного объекта.

Материалы, поставляемые компанией «НПФ «Мир красок», нашли применение на таких гидротехнических объектах, как: Волго-Донское государственное бассейновое управление водных путей и судоходства (г. Волгоград), Туломская ГЭС, Беломорско-Онежский ГБУВПиС (Повенецкий гидроузел), комплекс защитных гидросооружений Санкт-Петербурга, Бурейская ГЭС, Памирская ГЭС, комплекс юго-западных очистных сооружений Санкт-Петербурга и пр.

## Объекты использования антикоррозионного покрытия «Текнос»

Металлоконструкции гидромеханического оборудования:			
Виллойская ГЭС-III	Водоводы, части гидромеханического оборудования	Текнотар 200	2004
Краснодарское водохранилище	Механизмы, части гидромеханического оборудования	Текнотар 200	2004
Тиховский гидроузел	Механизмы, части гидромеханического оборудования	Текнотар 200	2003
Павенецкий гидроузел	Механизмы, части гидромеханического оборудования	Текнотар 200	2005
Бурейская ГЭС	Водоводы, части гидромеханического оборудования	Текнотар 200	2004 по н/в
Жигулевская ГЭС	Водоводы, части гидромеханического оборудования	Текнотар 200	2005 по н/в
Волго-Донской канал	Механизмы, части гидромеханического оборудования	Текнотар 200 Инерта 165	2003 по н/в
Беломоро-Балтийский канал	Механизмы, части гидромеханического оборудования	Текнотар 200	2004 по н/в
Комплекс защитных сооружений СПб	Механизмы, части гидромеханического оборудования	Инерта 160 Схема К46	2007 по н/в
Юго-западные очистные сооружения СПб	Бетонные и металлические поверхности очистных сооружений	Текнотар 200 Схема К17	2006
Шатурская ГРЭС	Механизмы, части гидромеханического оборудования	Инерта 165 Текнотар 200	2007 по н/в

Атомные электрические станции (АЭС):			
1. ФИНЛЯНДИЯ			
IVO, Loviisa	Части гидромеханического оборудования	Инерта 165	1970
TVO, Olkiluoto	Части гидромеханического оборудования	Инерта 165	1975
2. ШВЕЦИЯ			
RINGHALS	Части гидромеханического оборудования	Инерта 160	1970
OSKARSHAMM	Части гидромеханического оборудования	Текнотар 200 Инерта 160	1980
3. ЛИТВА			
IGNALINA	Части гидромеханического оборудования	Инерта 160	1997
4. РОССИЯ			
Смоленская АЭС	Бетонные полы	Инерта 160А	1997
Ростовская АЭС	Бетонные полы	Инерта 160А	2000
5. КИТАЙ			
Тяньваньская АЭС	Сетка водоочистная, решетка тонкой очистки $S = 4\,990\text{ м}^2$	Инерта 165	2001
	Затворы	Инерта 165	2001
	Закладные части насосной станции, $S = 2\,100\text{ м}^2$	Текнотар 200	2001
	Насосная станция, $S = 1\,410\text{ м}^2$	Схема К-17	2001
6. ИРАН			
Бушерская АЭС	Сетка водоочистная, решетка тонкой очистки $S = 4\,120\text{ м.кв.}$	Инерта 165	2001
	Затворы	Инерта 165	2001
	Закладные части насосной станции, $S = 1\,840\text{ м}^2$	Текнотар 200	2001
	Насосная станция, $S = 1\,410\text{ м}^2$	Схема К-17	2001

*Сотрудники ЗАО «НПФ «Мир красок» дорожат репутацией своей компании, деловыми контактами и рады новым клиентам. Стратегия компании — построение долгосрочных партнерских отношений и сопровождение поставок лакокрасочных материалов технической поддержкой клиентов.*

## ЗАО «НПФ «Мир красок»

Санкт-Петербург,  
Новолитовская ул., д. 15, оф. 301-306  
Тел./факс + 7 (812) 325 58 27  
E-mail: [info@mirkrasok.com](mailto:info@mirkrasok.com)  
<http://www.mirkrasok.com>

## JOTUN — МИРОВОЙ ЛИДЕР В ПРОИЗВОДСТВЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ



Затвор судопропускного сооружения С2 Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений

Эйфелева башня в Париже, мост в Сан-Франциско, мост Леонардо да Винчи, Большеохтинский, Троицкий мосты в Санкт-Петербурге, конструкция туннеля под Ла-Маншем во Франции, единственный в мире 7-звездочный отель в Арабских Эмиратах, самая большая в мире библиотека в Александрии... Чем связаны между собой эти выдающиеся шедевры мировой архитектурной и инженерной мысли? Все они были в свое время защищены и окрашены материалами компании Jotun Paints.

В их числе также такие крупные и исторически значимые объекты, как: стеклопластиковый пешеходный мост в Дании, комплекс защитных сооружений от наводнений восточной части Нидерландов, в Санкт-Петербурге мосты Литейный, Троицкий, Большеохтинский, Володарский, Пантелеймоновский, Александра Невского, мосты резиденции президента России — Константиновского дворца; Автовская и Ушаковская развязки, путепровод в створе проспекта Энгельса; решетка сада Смольного собора.

Компания Jotun Paints ведет свою историю с 20-х годов прошлого века и является одним из мировых лидеров по производству и сбыту лакокрасочной продукции и катодной защиты. Фабрики и офисы компании расположены более чем в 50-ти странах мира. Jotun Paints производит покрытие практически для всех материалов, требующих защиты от коррозии, используемых при строительстве объектов инфраструктуры, промышленных объектов, гидротехнических сооружений, буровых платформ — всего, что подвергается разрушительному природному воздействию.

По продажам в сфере морского бизнеса Jotun Paints занимает 2 место в мире.

Крупнейшие пассажирские лайнеры «Северинг оф Силзе», «Ворлд» и «Элизабет-2», самый крупный в мире танкер

«Джаре Викинг», теплоход президента «Россия» также окрашены материалами Jotun.

В Россию компания Jotun поставляет свои продукты начиная с 1989 года. Среди задач компании не только продажа ЛКМ, но и обучение специалистов заказчиков, наблюдение уже окрашенных объектов, проведение конференций и семинаров, участие в выставках и презентациях.

Компания работает по принципу полного наблюдения за производством очистных и окрасочных работ на объекте, что, безусловно, способствует высокому качеству лакокрасочного покрытия и соответственно обеспечивается фирменными гарантийными обязательствами. На территории России компания имеет самый большой штат специалистов в области защиты от коррозии, имеющих соответствующие (в том числе международные) сертификаты.

Все системы покрытий также имеют международные и Российские сертификаты.

Материалы компании прошли успешные испытания в ЦНИИ строительных материалов со сроком службы покрытий более 15 лет. По результатам испытаний ОАО «Треста Гидромонтаж» материалы компании Jotun Paints внесены в руководящий документ по защите от коррозии механического оборудования и специальных стальных конструкций гидротехнических сооружений РД ГМ-01-02, внесены в руководящие документы по защите от коррозии автодорожных мостов и резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов и т. д.

За 20 лет работы на российском рынке компания Jotun покрасила сотни судов основных судоходных компаний, множество промышленных объектов и мостовых сооружений в различных регионах страны. Так, кроме уже упомянутых объектов в России, красками Jotun были окрашены резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов в Санкт-Петербурге, Туапсе, Находке, Ярославле, Нижнем Новгороде, на Сахалине,



Затвор на Сетогорской ГЭС

резервуары для хранения химических растворов в Новомосковске. Следует отметить такие крупные мостовые сооружения на территории России, как: Крымский мост в Москве, Котласский на р. Северная Двина, Кольский в Мурманске, Кузнечевский в Архангельске. Среди объектов гидротехники — Восточно-Уральский терминал в порту Врангель недалеко от Владивостока, объекты портового строительства Мурманска, Туапсе, Таллинна, Новороссийска, гидромеханическое оборудование шлюзов Беломоро-Балтийского канала (Городец), гидромеханическое оборудование на каскаде Вилюйской ГЭС в России и т. д. **В настоящее время производится окраска металлоконструкций Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений.**

Защита промышленных объектов является для компании Jotun Paints хорошо изученной областью. Специалисты компании провели многочисленные исследования и располагают теоретической базой и отработанными технологиями, чтобы предложить клиентам наилучший вариант защиты для конкретного объекта, учитывая все технические и климатические условия эксплуатации.

### Преимущества компании Jotun Paints

- ♦ Надежность, обусловленная 80-летней историей компании и всемирной сетью производства материалов.
- ♦ Постоянный контроль качества выпускаемой продукции и, как результат, высочайшее качество материалов.
- ♦ Бесперебойные оптовые поставки ЛКМ в любых объемах (склад в Санкт-Петербурге на 700 тысяч литров, оборудованный мультиколормашинной).
- ♦ Большой опыт антикоррозионной защиты объектов по всему миру.

- ♦ Профессиональная помощь по выбору рациональных схем окраски из более 300 наименований покрытий, по технологии нанесения покрытия.
- ♦ Наличие необходимых сертификатов и одобрений на материалы.
- ♦ Возможность обучения специалистов заказчика специализированными компаниями Jotun Paints.
- ♦ Технический контроль проведения очистных и окрасочных работ с последующей выдачей гарантийных обязательств на покрытие.
- ♦ Долговечность покрытий.
- ♦ Длительный срок хранения большинства материалов (2–4 года).
- ♦ Возможность применения и полимеризация материалов при отрицательных температурах.
- ♦ Возможность отсрочки платежей постоянным партнерам.
- ♦ Точность соблюдения сроков поставок.

Высококачественные краски, технические консультации и контроль над выполнением работ с момента подготовки поверхности до нанесения последнего слоя и сдачи покрытия заказчику — это основные принципы работы компании Jotun Paints со своими клиентами.

### Представительство Jotun в России

198096 Санкт-Петербург, пр. Стачек 57, офис 30  
Тел. (812) 785-09-46, факс (812) 783-05-25  
E-mail: russia.reception@jotun.com

### Гидротехническое направление

Контактное лицо: Соленьков Александр Иванович,  
тел. (812) 943-61-08, alexander.solenkov@jotun.com

# НАДЕЖНЫЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ АНТИКОРРОЗИОННЫЕ ПОЛИУРЕТАНОВЫЕ ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ФИРМЫ «СТИЛПЕЙНТ ГМБХ»

Гидротехника является одной из самых металлоемких отраслей промышленности. Металлы, используемые в строительстве гидротехнических сооружений, в наибольшей степени подвергаются разрушению при взаимодействии с внешней средой.

Коррозия — естественное явление, определяемое как разрушение твердых тел, вызванное химическими или электрохимическими процессами на их поверхности при взаимодействии с окружающей средой. Коррозия может приводить к опасным и дорогостоящим повреждениям сооружений.

Конструкционные материалы, которые используются в гидротехнике, находятся в постоянном контакте с водой, жидкостями и кислородом. Загрязнение воды вредными веществами, промышленными, бытовыми отходами и солями также ускоряет и усиливает коррозионные процессы, которые всегда протекают на металле.

Для снижения коррозионного фактора необходимо изолировать металл от агрессивной среды, чтобы существенно уменьшить или почти исключить ее воздействие на объект. Для этой цели обычно применяются антикоррозионные лакокрасочные покрытия.

Гидротехнические объекты, как правило, эксплуатируются в сложных природных и погодных-климатических условиях и находятся в постоянном контакте с водой и другими жидкостями. Поэтому и требования к антикоррозионной защите предъявляются очень серьезные: высокая атмосферостойкость, влагостойкость, стойкость к агрессивным средам, беспористость, высокая адгезия к металлу, прочность на изгиб и удар, устойчивость к истиранию и длительный срок эксплуатации.

Наилучшими технологическими, эксплуатационными, санитарно-гигиеническими и экологическими характеристиками по указанным параметрам среди многочисленных классов лакокрасочных покрытий обладают полиуретановые материалы фирмы Steelpaint GmbH.

Лакокрасочные материалы фирмы Steelpaint GmbH представляют собой полиуретановый лак с введенными в него различными наполнителями и специальными добавками. Фирмой выпускается более 30 наименований материалов различного назначения (лаки, грунтовки, эмали), выгодно отличающихся видом и качеством наполнителя, наличием специальных добавок.

Влагоотверждаемые полиуретановые лакокрасочные материалы Stelpant выпускаются в виде одноупаковочных систем, готовых к употреблению, и сохраняют свои технологические свойства при хранении. Полиуретановые материалы Stelpant производятся с пониженным содержанием растворителей, что отвечает современным требованиям санитарных

и экологических нормативов, сохраняют уникальные эксплуатационные характеристики.

Многослойное лакокрасочное покрытие Stelpant выполняет защитные функции, затрудняя доступ агрессивных компонентов эксплуатационной среды к защищаемым поверхностям. Важнейшим свойством покрытия при этом является низкая газо- и водопроницаемость и отсутствие пор, а также высокая пропитывающая и проникающая способность. Каждый слой лакокрасочного покрытия выполняет конкретные функции:

- ♦ верхний слой обеспечивает декоративные свойства покрытия: цвет, глянец и защищает от действия ультрафиолетового излучения;
- ♦ промежуточный слой обеспечивает барьерные свойства покрытия;
- ♦ нижний — адгезионный слой обеспечивает сцепление покрытия с подложкой, а также протекторные свойства в системе грунтового покрытия с активными наполнителями.

Сочетание последовательно нанесенных материалов позволяет составить системы покрытий для надежной и долговечной защиты металлических конструкций в различных условиях эксплуатации: атмосферостойкие, консервационные, водостойкие, химически стойкие и др.

В гидротехническом строительстве наиболее распространенными и широко используемыми являются следующие системы со сроком службы не менее 20-ти лет:

## 1. Для защиты гидротехнических объектов (шпунтовых стен, свай, свай-оболочек) в зоне переменного уровня:

- ♦ Stelpant-PU-Zinc 2×80 мкм
  - ♦ Stelpant-PU-Combination 2×200 мкм
- Общая толщина: 560 мкм

## 2. Для защиты гидротехнических объектов, эксплуатирующихся в зоне брызг и в промышленной атмосфере:

- ♦ Stelpant-PU-Zinc 1×80 мкм
  - ♦ Stelpant-PU-Mica HS 1×80 мкм
  - ♦ Stelpant-PU-Mica UV 1×80 мкм
- Общая толщина: 240 мкм

Высокая адгезия материалов фирмы Steelpaint GmbH, полная совместимость покрытий друг с другом, сочетающиеся с высокими механическими свойствами: стойкостью к истиранию, твердостью и эластичностью, отличной газонепроницаемостью и высокими диэлектрическими свойствами, весьма эффективно изолируют металл и бетон от воздействия агрессивной среды и предотвращают коррозионно-механические разрушения защищаемого объекта.



**Фото 1. Новороссийский морской торговый порт — сваи подводного и переменного уровня**



**Фото 2. Шпунтовая стенка Приморской набережной в Санкт-Петербурге**

Особенностью материалов фирмы Steelpaint GmbH является повышенное содержание сухого остатка, наличие специальных добавок, обеспечивающих высокую противокоррозионную стойкость в различных агрессивных средах. Покрытия этих материалов противостоят УФ-излучению, имеют высокие физико-химические и физико-механические показатели.

В 80–90-х гг. фирма применила свои материалы на объектах гидротехники в Европе:

- ♦ контейнерный терминал в порту Бремерхафен (Германия);
- ♦ шпунтовые стенки причала судов типа «Ro-Ro» в порту Куксхафен (Германия);
- ♦ шпунтовые стенки в порту Булонь (Франция).

В России антикоррозионные покрытия Steelpaint применяются в портовом строительстве начиная с 1997 года:

- ♦ в 1997 г. материалами фирмы была выполнена антикоррозионная защита шпунтовой стенки на р. Сайме в г. Сургуте;
- ♦ в 1999 г. был окрашен причал гавани вспомогательных судов в пос. Озереевка на Черноморском побережье Краснодарского края;
- ♦ в 2003 г. в порту Высоцк (Ленинградская обл.) материалами Steelpaint выполнена антикоррозионная защита гидротехнических сооружений (сваи, эстакады) морской части нефтяного терминала РПКН «Лукойл-II», в 2005 г. — двух РВС объемом 20 000 м<sup>3</sup> резервуарного парка на этом же терминале;
- ♦ в 2005–2006 гг. в г. Приморске (Ленинградская обл.) выполнена окраска трубных свай и шпунта терминалов по перевалке нефти и нефтепродуктов АК «Транснефть» и АК «Транснефтепродукт»;
- ♦ в 2007 г. закончены работы по защите от коррозии свайных оснований и эстакадной части терминала по перевалке сжиженного газа в порту Железный рог на Черном море в районе г. Тамань.

С апреля 2008 г. в Санкт-Петербурге ведутся работы по строительству Приморской набережной. Шпунтовая стена длиной 2 км окрашивается материалами Steelpaint. Грунтовка наносится на заводе «Курганстальшпунт», а покрывные слои наносятся на стройплощадке.

Материалы фирмы обладают одной характерной чертой: они отверждаются влагой воздуха. Но уникальность покрытий

Steelpaint заключается в том, что в случае попадания на свеженанесенное покрытие Steelpaint воды (дождь) или влаги (роса или конденсат над водной поверхностью) адгезия покрытия, его физико-химические и механические характеристики не только не ухудшатся, но некоторые из них могут даже улучшиться.

Такая особенность материалов Steelpaint, отличающая их от других видов покрытий, обусловлена удачно подобранным химическим составом пленкообразующего, растворителя, специальных добавок. Оптимальный химический состав полиуретановых лакокрасочных материалов Steelpaint в условиях интенсивного воздействия влаги способствует созданию структуры с повышенной плотностью пространственной сетки, что, в свою очередь, формирует высокоэффективные изолирующие пленки.

Важным фактором успешной эксплуатации объектов является также точное соблюдение технологии нанесения ЛКМ (особенно подготовки поверхности) и контроль качества на каждом этапе производства работ. Фирма Steelpaint GmbH оказывает своим клиентам необходимую техническую поддержку на всех этапах производства окрасочных работ.

Можно выделить несколько ключевых моментов, определяющих выбор материалов Steelpaint:

- ♦ высокая эффективность;
- ♦ простота нанесения;
- ♦ простота обслуживания;
- ♦ длительные сроки эксплуатации;
- ♦ оптимальное соотношение цены и качества.

Применяя лакокрасочные материалы фирмы Steelpaint GmbH в качестве специально подобранных защитных систем, можно с уверенностью обеспечить высокое качество покрытия, его эксплуатационную надежность и долговечность, необходимые декоративные свойства, оптимальное соотношение показателя цена — качество — срок службы.

**121069 Москва, Мерзляковский пер., д. 15, оф. 2  
Тел./факс: (495) 697-1566, 935-8921**

**192007 Санкт-Петербург,  
Курская ул., д. 21Б, оф. 24  
Тел./факс (812) 320-2483**

# ПРОТИВОМОРОЗНЫЕ ДОБАВКИ ДЛЯ БЕТОНОВ



**Невелева Н. И.**,  
начальник строительной  
лаборатории  
ООО «Полипласт-УралСиб»



**Шагов А. Н.**,  
начальник отдела  
технической поддержки  
ООО «Полипласт-УралСиб»

Строительство гидротехнических сооружений ведется в том числе в условиях сурового климата, в районах Севера и Дальнего Востока, а также в наших широтах в зимнее время. Пожалуй, единственным технологически простым и экономически выгодным на сегодняшний день способом зимнего бетонирования является введение в бетонные и растворные смеси противоморозных химических добавок, способствующих нормальному протеканию процессов гидратации цемента.

С учетом областей применения противоморозные добавки можно разделить на две группы:

1. Добавки, понижающие температуру замерзания жидкой фазы бетона и принадлежащие к числу либо слабых электролитов, либо замедлителей схватывания и твердения цемента.

2. Добавки, совмещающие в себе способность к сильному ускорению процессов схватывания и твердения цементов с хорошими антифризными свойствами.

В зависимости от состава и вида цемента, температуры, состава и дозировки противоморозных добавок последние оказывают различное влияние на физические свойства бетонной смеси.

Рассмотрим наиболее известные противоморозные компоненты с точки зрения набора прочности бетона и изменения реологии бетонной смеси. Результаты приведены на **рис. 1**.

Целью исследований является определение интенсивности упрочнения модифицированного бетона в сравнении с контрольным составом без добавки. При этом образцы испытаны в возрасте 28 суток в нормальных условиях хранения для сопоставления физико-механических характеристик с заданным классом бетона и при твердении в морозильной камере. По достижении проектного возраста бетон с добавками помещен в нормальные условия и испытан на прочность при сжатии через 4 часа.

Оставшиеся кубы после нахождения в нормальных условиях в течение 20 часов подвергнуты аналогичным испытаниям. В первую очередь, выбор периода выдержки обусловлен целью выявления эффективности противоморозных компонентов и добавок после оттаивания бетона.

Полученные характеристики позволили определить наиболее результативные добавки — серии «Криопласт», обеспечившие интенсивный набор прочности в условиях постоянных отрицательных температур. В то же время эффект

спада по марке выявлен в случае применения хлорида кальция и поташа. Введение других испытываемых добавок не повлекло за собой существенного изменения прочности. Кроме этого, добавка хлорида кальция обеспечила появление высолов на поверхности бетонных образцов.

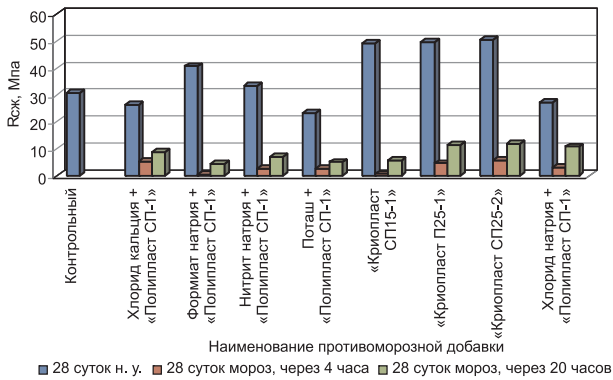
Отсутствие прочностного прироста у бетона, модифицированного монокомпонентными добавками, напрямую связано с количеством воды затворения в бетонной смеси. Поэтому целесообразность применения модификаторов противоморозного действия заключается в сочетании их с пластификаторами и суперпластификаторами, в том числе и в связи с тем, что процессы гидратации цемента вскоре после укладки бетонной смеси в течение длительного срока протекают при пониженной или низкой температуре, бетон твердеет медленно, и улучшение его прочностных показателей выявляется через отдаленные промежутки времени, нередко после оттаивания.

На **рис. 2** отражена зависимость изменения водоцементного отношения от вида применяемой добавки. Данные испытаний обратно пропорциональны прочностным характеристикам, изученным ранее и отраженным на **рис. 1**. В ходе испытаний изучаемые компоненты применены совместно с суперпластификатором «Полипласт СП-1», и, как результат, обеспечено снижение В/Ц — основного критерия прочности бетона.

Для более полного экспериментального анализа потребовалось дальнейшее изучение прочностных характеристик противоморозных комплексов. Показатели эффективности добавок и отдельных компонентов на свойства тяжелого бетона, твердеющего при температуре  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Очевидно, что применение противоморозных компонентов совместно с суперпластификатором не всегда оправдано. Так, комплекс формиат натрия + «Полипласт СП-1» обеспечил увеличение марочной прочности бетона, в то же время проявив низкую активность в условиях твердения на морозе. Этот факт еще раз подтверждает несостоятельность формиатов с точки зрения интенсивности набора прочности при температурах ниже  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . То же можно сказать и о комплексе добавке с противоморозным эффектом на основе суперпластификатора «Криопласт СП15-1», эффект от ее применения достигается при температуре выше  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Противоморозные комплексы, содержащие в своем составе хлориды, привели к снижению марочной прочности



**Рис. 1. Набор прочности бетона в возрасте 28 суток хранения с противоморозными добавками при нормальных условиях и при температуре  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$**

бетона. Нитрит натрия, применяемый совместно с суперпластификатором, позволил обеспечить запас в проектном возрасте, обеспечивая, тем не менее, замедленный темп при твердении в условиях мороза. Введение пластифицирующего комплекса с добавкой поташа незначительно увеличило сохраняемость бетонной смеси, но обеспечение заданной подвижности стало возможным только при повышенном значении В/Ц. Максимальные прочностные характеристики образцов получены с комплексными добавками «Криопласт П25-1» и «Криопласт СП25-2». За счет высокого водоредуцирующего действия и противоморозных компонентов, содержащихся в составе, введение добавок привело к увеличению класса бетона по прочности и ускоренному темпу твердения при отрицательных температурах окружающего воздуха.

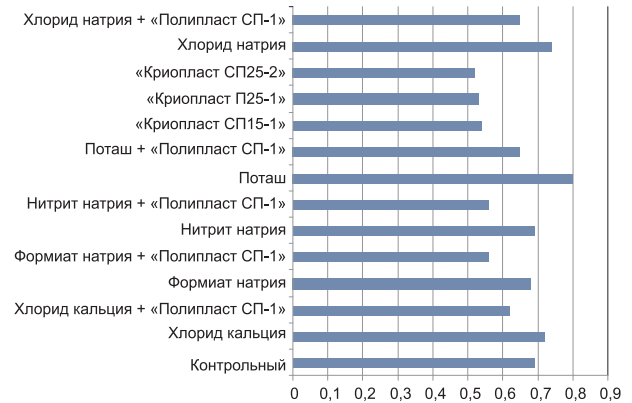
Для проведения испытаний выбраны следующие исходные материалы:

- ♦ цемент ПЦ500ДО, соответствующий ГОСТ 10178-85;
- ♦ щебень гранитный фр. 5-20, соответствующий ГОСТ 8267-93;
- ♦ песок, соответствующий ГОСТ 8736-93;
- ♦ вода, соответствующая ГОСТ 23732-79.

Испытание бетона с противоморозными добавками, твердеющего при отрицательной температуре, производили в соответствии с ГОСТ 30459 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Методы определения эффективности» и ГОСТ 10180 «Бетон. Методы определения прочности по контрольным образцам».

Интересна и зависимость от вида применяемой противоморозной добавки других физико-механических характеристик готового бетона. Изученные модификаторы по-разному влияют на долговечность изделий. В зависимости от внешней среды, химико-минералогического состава цемента и вида заполнителя рекомендуют применять противоморозные компоненты либо их сочетание с другими добавками: воздухововлекающими, газообразующими, пластифицирующими и суперпластификаторами.

Научно установлено различие влияния противоморозных добавок на сульфатостойкость бетона. Так, соли кальция, вступающие с алюминатными фазами цемента и цементного камня в реакции присоединения с образованием двойных солей, снижают сульфатостойкость, а соли щелочных металлов (поташ, нитрит натрия), участвующие в реакциях обмена, повышают ее. Таким образом, действие противоморозных добавок на сульфатостойкость бетона во многом противоположно их влиянию на его морозостойкость. Поверхностно-активные вещества — пластификаторы, суперпластифи-



**Рис. 2. Влияние противоморозной добавки на водоцементное отношение (марка по удобоукладываемости смеси П3)**

каторы и воздухововлекающие добавки — способствуют повышению сульфатостойкости бетона.

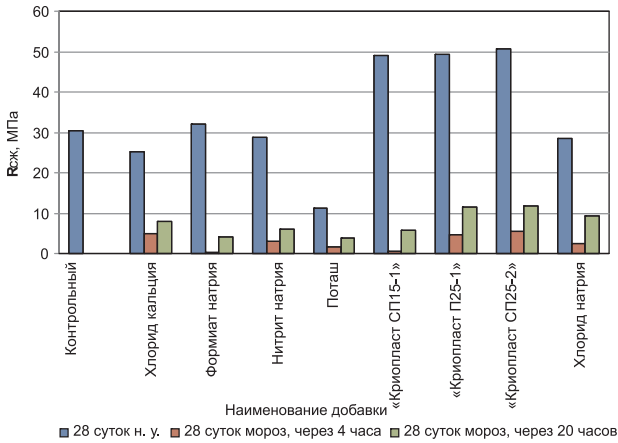
Применение модификаторов противоморозного действия оказывает определенное влияние на сроки схватывания цемента, кинетику сохраняемости бетонной смеси, что в значительной степени формирует структуру и важнейшие технические свойства бетонов, в том числе их долговечность. Природа противоморозных добавок существенно влияет на эти параметры систем. Такие распространенные добавки как хлорид кальция и комплексы на его основе, а также поташ сильно сокращают сроки схватывания цемента, что нередко делает их применение затруднительным, особенно при необходимости транспортировать бетонную смесь на сравнительно большие расстояния. Поэтому даже при низкой температуре воздуха их обычно применяют совместно с органическими или неорганическими замедлителями схватывания. Нитрит натрия слабо изменяет сроки схватывания.

Вопрос увеличения сроков схватывания, а, соответственно, и повышения сохраняемости смесей во времени имеет важную практическую ценность применительно к транспортируемому на дальние расстояния товарному бетону. На рис. 4 представлено изменение подвижности бетонной смеси с течением времени при температуре  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  до марки по удобоукладываемости П1 с противоморозными добавками и совмещенными комплексами с суперпластификатором «Полипласт СП-1». Испытание при положительной температуре объясняется реальными условиями транспортировки.

Исследования подтвердили, что в общем случае введение пластифицирующих противоморозных добавок ведет к увеличению времени живучести смеси, однако данный вопрос заслуживает отдельного рассмотрения, в частности, в связи с сопровождающимся тепловыделением процесса гидратации при разных температурах.

Данные по тепловыделению позволяют учесть тепловые эффекты при выборе добавок и назначении их дозировок, а также выбрать оптимальное утепление при зимнем бетонировании сооружений в сочетании с методом термоса. Чем выше тепловыделение, зависящее от минералогического и вещественного состава цемента, тем полнее его вклад в плавление льда при гидратации цемента в бетоне с добавками.

Продолжая исследование влияния противоморозных модификаторов, нельзя не сказать об особенностях использования электролитов. В этом случае следует иметь в виду, что их применение может быть чревато таким негативным явлением как коррозия арматуры и закладных деталей. Это характерно для хлористых солей, ион хлора разрушает пассив-



**Рис. 3. Набор прочности бетона в возрасте 28 суток хранения с противоморозными добавками при нормальных условиях и при температуре минус 25 °С**

вирующую пленку на поверхности стали. Нитрат кальция не вызывает коррозию стали. Кроме того, поскольку соль уплотняет бетон, она достаточно надежно защищает ненапряженную арматуру. Однако при использовании термически упрочненных сталей применение нитрата кальция запрещено, так как в этом случае он усиливает коррозионный процесс. Поташ из-за высокой щелочности пассивирует арматуру. Введение совместно с противоморозными добавками пластифицирующих, суперпластификаторов и воздухововлекающих добавок при неизменном водоцементном отношении практически не сказывается на коррозии арматуры, а при снижении водоцементного отношения снижает коррозию вследствие увеличения омического сопротивления и затрудненного доступа к арматуре кислорода воздуха.

Согласно испытаниям добавок серии «Криопласт», проведенным в лаборатории коррозии и долговечности бетона и ЖБК НИИЖБ, компоненты подобраны в оптимальном соотношении, имеют суммарное содержание коррозионно-активных ионов хлора не более 0,1%, что позволяет применение в конструкциях с напрягаемой арматурой, а низкое содержание сульфата натрия не оказывает влияния на образование поверхностных высолов.

Рациональные области наиболее эффективного применения модификаторов противоморозного действия, их выбор в зависимости от типа и условий эксплуатации конструкций

и сооружений, осуществляется в соответствии с требованием нормативных документов.

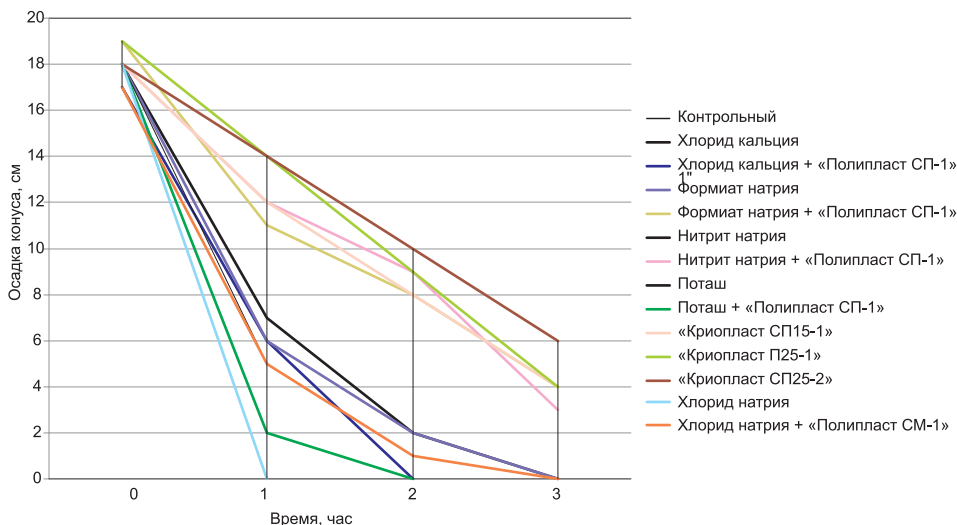
Замораживание бетона в раннем возрасте отрицательно влияет на его свойства после оттаивания вследствие необратимого разрушающего воздействия мороза на структуру, в то время как замораживание бетона после набора им критической прочности приводит лишь к временному замедлению или прекращению твердения. Поэтому при назначении количества добавки следует исходить из расчетной температуры твердения бетона, которую необходимо принять такой, чтобы вводимое количество противоморозного компонента предохраняло бетон от замораживания до набора им прочности не менее критической.

Тем не менее производство бетонных работ при отрицательных температурах воздуха независимо от вида применяемых добавок должно осуществляться со строгим соблюдением правил, регламентированных СНиП 3.03.01-87 и согласно рекомендациям НИИЖБ по зимнему бетонированию.

В частности, приготовление бетонной смеси следует производить в обогреваемых бетоносмесительных установках, применяя подогретую воду, оттаянные или подогретые заполнители, обеспечивающие получение бетонной смеси с температурой не ниже требуемой по расчету. Допускается применение неотогретых сухих заполнителей, не содержащих наледи на зернах и смерзшихся комьев. При этом продолжительность перемешивания бетонной смеси должна быть увеличена не менее чем на 25% по сравнению с летними условиями.

Обязательна также и непрерывность процесса укладки бетонной смеси, а в противном случае необходимо укрывать и утеплять поверхность бетона либо обогревать ее. Кроме этого, требование по укрыванию должно соблюдаться применительно к уложенной в опалубку бетонной смеси во избежание потери влаги или повышенного увлажнения за счет осадков и вымывания солей.

Высокие требования к качеству проведения отдельных стадий бетонных работ, особенно в зимний период и в условиях сурового климата, диктуют необходимость оптимизировать производственные процессы, привлекая новые технологии, учитывая и немаловажный экономический эффект. В связи с многообразием ассортимента противоморозных модификаторов на рынке строительной химии со стороны изготовителей бетона существует потребность в универсальных добавках широкого спектра действия, отвечающих требованиям к производству современных строительных изделий и конструкций.



**Рис. 4. Изменение подвижности бетонной смеси во времени при температуре 20 °С до марки по удобоукладываемости П1**



# ЖУРНАЛ «ГИДРОТЕХНИКА»

## ПРИГЛАШАЕТ К СОТРУДНИЧЕСТВУ

### Уважаемые читатели!

Мы благодарим вас за внимание к нашему изданию и надеемся на длительное сотрудничество.

Для бесплатного получения всех последующих номеров журнала «ГИДРОТЕХНИКА», пожалуйста, полностью заполните подписную карточку и приведенную ниже анкету, отправьте их в Санкт-Петербургский офис по факсу **(812) 712-90-48**.

### Данные для бесплатной подписки

Название компании:		Основной вид деятельности:	
Ф.И.О. руководителя:		Ф.И.О. и должность получателя:	
Индекс	Почтовый адрес		
Код города	Телефон	Факс	E-mail

Журнал «ГИДРОТЕХНИКА» — специализированное издание, которое распространяется в первую очередь по ведомствам и компаниям, имеющим непосредственное отношение к гидротехническому строительству и сооружениям. Редакция журнала оставляет за собой право корректировать базу рассылки журнала.

Журнал «ГИДРОТЕХНИКА» способствует установлению новых деловых контактов. Мы искренне рады, когда благодаря нашему изданию завязываются партнерские отношения. И готовы помочь вам в поиске надежных партнеров.

В приведенном ниже списке отметьте, пожалуйста, компании, представленные в текущем номере журнала, о которых вы бы хотели получить более подробную информацию:

Компания	Стр	Компания	Стр	Компания	Стр
<input type="checkbox"/> Casagrande group	3 обл.	<input type="checkbox"/> Еврогеодор	75	<input type="checkbox"/> Семинар (г. Геленджик)	21
<input type="checkbox"/> Fundex	44	<input type="checkbox"/> Зарубежводстрой	27	<input type="checkbox"/> СПбГУВК	18-19
<input type="checkbox"/> Jotun Paints	80-81	<input type="checkbox"/> Камак	49	<input type="checkbox"/> Спецподводремонт	58
<input type="checkbox"/> Геоизол	42-43	<input type="checkbox"/> Мир красок	76-79	<input type="checkbox"/> Стилпейнт ГмбХ	82-83, 4 обл.
<input type="checkbox"/> Гидрокор	69-70	<input type="checkbox"/> Охтинский завод строительных машин	46	<input type="checkbox"/> ТетисПро	56
<input type="checkbox"/> Гольфстрим	50	<input type="checkbox"/> Петродомус	75	<input type="checkbox"/> ТПК	47
<input type="checkbox"/> Дайвтехносервис	57	<input type="checkbox"/> Подводсервис	59	<input type="checkbox"/> Трансгидромеханизация	51
<input type="checkbox"/> Дмитровский экскаваторный завод	47	<input type="checkbox"/> Ракурс	61-64		

Освещая различные темы и проблемы, редакция учитывает интересы наших читателей. Отметьте, пожалуйста, материалы текущего номера, которые вызвали у вас особый интерес и вы бы хотели освещения данной тематики в последующих номерах.

Автор, тема:	Стр.	Автор, тема:	Стр.
<input type="checkbox"/> Блендир Е. Н. Научное сопровождение строительства и эксплуатации гидроэнергетических объектов	10-11	<input type="checkbox"/> Лупачев О. Ю., Телешев В. И. Применение геосинтетических материалов в гидротехническом строительстве в качестве противофильтрационных элементов плотин и дамб	71-75
<input type="checkbox"/> Василевский А. Г. Из истории строительства Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений. Вклад ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева в создание КЗС	32-33	<input type="checkbox"/> Мигуренко В. Р., Станкевич В. Л. Радикальные изменения в подходе к монтажу гидроагрегатов	65-67
<input type="checkbox"/> Вотинков А. В., Сушко Ю. В. Выбор типа сооружений глубоководного причального комплекса для перегрузки нефтепродуктов в порту Туапсе	22-25	<input type="checkbox"/> Невелева Н. И., Шатов А. Н. Противоморозные добавки для бетонов	84-86
<input type="checkbox"/> Гладштейн О. И. Особенности применения геосинтетических материалов в гидротехническом строительстве	69-70	<input type="checkbox"/> Радченко В. Г. Каменно-набросные плотины с асфальтобетонными диафрагмами	35-38
<input type="checkbox"/> Давиденко В. М. Теоретические вопросы ремонта бетонных сооружений, находящихся под водой	39-41	<input type="checkbox"/> Черенков И. О. Волго-Балтийский водный путь	13-17
<input type="checkbox"/> Зубакин В. А. Стратегия развития гидроэнергетики России до 2030 года	7-9	<input type="checkbox"/> Чупин А. Водолазные шлемы	52-55
<input type="checkbox"/> Кураев С. Н. Комплекс сооружений защиты Санкт-Петербурга от наводнений	28-31		

Укажите, пожалуйста, другие темы или проблемы, которые, на ваш взгляд, должны освещаться в журнале «ГИДРОТЕХНИКА»:

---

Уважаемые читатели! Редакция журнала приглашает к сотрудничеству. Отметьте, пожалуйста, какое участие вы можете принять в подготовке следующих номеров:

- Подготовить статью(-и) по теме: \_\_\_\_\_
- Разместить рекламную информацию о своей компании
- Предоставить информацию о значимых событиях отрасли, деятельности своей компании
- Принять участие в распространении журнала
- Представить журнал на сайте своей компании (дать ссылку на журнал)
- Оказать спонсорскую поддержку изданию
- Войти в состав экспертного совета как специалист по проблеме \_\_\_\_\_

**БЛАГОДАРИМ ВАС ЗА ПРЕДОСТАВЛЕННУЮ ИНФОРМАЦИЮ!**



- Новости, События, Факты.
- ГТС: строительство, эксплуатация, реконструкция
- Технологии, инновации, достижения
- Техника, оборудование, материалы
- Человек, судьба, профессия
- Обсуждаем проблему



О журнале  
Условия размещения  
информации  
Последний номер  
Тематическая подборка

## УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

ДОБРО ПОЖАЛОВАТЬ НА ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ  
ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ГИДРОТЕХНИКИ  
И ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

# www.hydroteh.ru

### Здесь Вы можете:

- ♦ Найти партнеров в России, в своем федеральном округе, в ближнем зарубежье для осуществления гидротехнических работ, поставщиков всех видов оборудования и материалов.
- ♦ Разместить информацию и новости о деятельности Вашей компании.
- ♦ Обсудить актуальные профессиональные проблемы.
- ♦ Узнать о последних событиях отрасли.
- ♦ Поделиться профессиональными достижениями и идеями.
- ♦ Опубликовать описание новых технологий, итоги исследований и научные разработки.
- ♦ Рассказать о своих коллегам-профессионалах, поздравить их со знаменательными датами.
- ♦ Пригласить партнеров и коллег на профессиональные встречи, обменяться опытом.
- ♦ Оформить подписку на журнал «ГИДРОТЕХНИКА».



**Буровая техника  
Casagrande S.p.A.**



**Буровые установки  
для фундаментостроения**

- Бурунабивные сваи
- Технология CFA

**Анкерные буровые установки**

- Jet Grouting
- Микросваи
- Анкера

**Диафрагма**

- Стена в грунте
- Гидравлические фрезы
- Бентонитовые заводы

**Краны на гусеничном ходу**

**Установки для тоннелестроения**



**casagrande group**

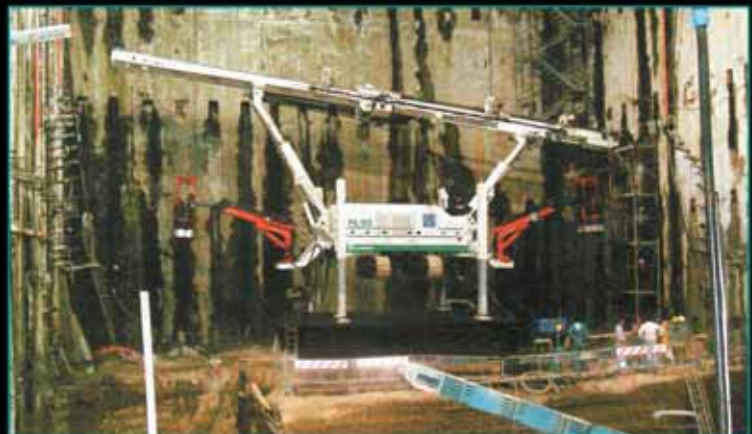


**Бюро  
Casagrande S.p.A.  
в Москве**

105064 Москва,  
Лялин Пер., 5-2  
Т./ф. (495) 917-8535  
Моб (495) 773-7086  
E-mail: [casagrande@mail.ru](mailto:casagrande@mail.ru)  
[www.casagrandegroup.com](http://www.casagrandegroup.com)

**Представительство  
Casagrande S.p.A.  
в Санкт-Петербурге**

192289 Санкт-Петербург,  
Пр. 9-го Января, 21  
Т./ф. (812) 772-5614  
Моб (812) 924-5467  
E-mail: [casagrandespb@list.ru](mailto:casagrandespb@list.ru)  
[www.baumasch.ru](http://www.baumasch.ru)





Контейнерный терминал  
Бремерхафен, Германия

### **STEELPAINT - Номер 1 в Европе среди однокомпонентных полиуретановых материалов**

▶ Даже при продолжительном воздействии морской и пресной воды покрытия Steelpaint не теряют своих качеств и остаются эластичными, обеспечивая надежную антикоррозионную защиту металлоконструкций, по сравнению с эпоксидными материалами. Подтверждением этого являются многочисленные объекты гидротехнического строительства по всему миру.



## **STEELPAINT**

**The ultimate protection against corrosion.**

Steelpaint GmbH · P.O.Box 231 · D-97305 Kitzingen  
Am Dreistock 9 · D-97318 Kitzingen · Germany  
phone 0049 (0)9321/3704-0 · fax 0049 (0)9321/3704-40  
www.steelpaint.com · Email: mail@steelpaint.com