

# ГИДРОТЕХНИКА

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

**2010**  
№ 1 (18)

март 2010 — июнь 2010



периодическое издание для специалистов

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

Учредитель ООО «Тандем»
Адрес редакции <b>192007, Санкт-Петербург, Тамбовская ул., д. 8, лит. Б Т./ф.: (812) 712-90-48, 640-34-03, 712-90-66</b>
Директор издательства <b>Татьяна Ильина</b> (812) 712-90-48, info@hydroteh.ru
Главный редактор <b>Марина Смирнова</b> 8 906-250-34-09, hydro-com@bk.ru
Реклама <b>Елена Ковалевич</b> (812) 712-90-66, evk@hydroteh.ru
<b>Виктория Павлова</b> (812) 640-34-03, vp@hydroteh.ru
<b>Для макетов</b> gts2005@yandex.ru
Дизайн и верстка <b>Елена Владимировна</b>
Корректор <b>Мария Доброва</b>
Отпечатано в типографии <b>«Взлет»</b> Санкт-Петербург
Распространяется <b>бесплатно</b> целевой адресной рассылкой.
Уст. тираж 8 000 экз.
Подписано в печать 19.03.2010

Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
ПИ № ФС 77-34599.  
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.

<b>Редакционный совет</b>
<b>Альхименко А. И.</b> , д. т. н., профессор, декан СПбГПУ, зав. кафедрой Гидротехническое строительство
<b>Беллендир Е. Н.</b> , д. т. н., генеральный директор ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева»
<b>Лошак В. К.</b> , генеральный директор ЗАО «Гидроэнергопром»
<b>Лупачев О. Ю.</b> , руководитель Невско-Ладожского БВУ
<b>Мигуренко В. Р.</b> , генеральный директор ОАО «Ордена Трудового Красного Знамени Трест «Спецгидроэнергомонтаж»
<b>Радченко В. Г.</b> , к. т. н, помощник научного руководителя «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева»
<b>Станкевич В. Л.</b> , зам. генерального директора ОАО «Ордена Трудового Красного Знамени Трест «Спецгидроэнергомонтаж»
<b>Хазиахметов Р. М.</b> , член правления ОАО «РусГидро», управляющий директор БЕ «Инжиниринг»
<b>Цвик А. М.</b> , к. т. н., заместитель директора СПКТБ «Ленгидросталь»
<b>Шилин М. Б.</b> , д. г. н., профессор РГГМУ и СПбГПУ, главный специалист ООО «Нефтегазгеодезия»
<b>Юркевич Б. Н.</b> , первый зам. генерального директора — главный инженер ООО «Ленгидропроект»

<b>Главные технические консультанты</b>
<b>Телешев В. И.</b> , д. т. н., профессор, советник ректора СПбГПУ
<b>Гарибин П. А.</b> , д. т. н., профессор, зав. кафедрой портов, строительного производства, оснований и фундаментов СПбГУВК

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!  
ДОРОГИЕ ПАРТНЕРЫ И КОЛЛЕГИ!

Мы задумывали первый в 2010 году номер журнала посвятить новым технологическим решениям и перспективам развития всех направлений гидротехнической отрасли. Не потому, что хотим замолчать проблемы, — при всем желании это не получилось бы, поскольку все проблемы лежат на поверхности. Опасения, а сможем ли мы с оптимизмом посмотреть на будущее всей гидротехнической отрасли, безусловно, были: кризис продолжается, ряд проектов приостановлен, объем заказов в целом упал у всех предприятий и компаний, недостаток финансирования ощущается повсеместно, кадровые ресурсы, на которых не один десяток лет держались ключевые объекты, стареют...

Наши сомнения оказались совершенно напрасными. Сотрудничая с учеными и практиками при подготовке этого номера, мы, как и прежде, с радостью отметили, что в гидротехническом строительстве, во всех его аспектах, работают профессионалы высочайшего уровня, способные находить единственно верные решения в самых тяжелейших ситуациях, думающие не только о дне сегодняшнем, но работающие на перспективу. Никакие трудности не мешают специалистам-гидротехникам думать, разрабатывать новейшие и уникальные технологии, совершать открытия. В содержании журнала вы найдете множество подтверждений этому: на страницах номера представлены разработки оборудования для решения различных задач, технологии строительства и ремонта в самых сложных условиях, нормативно-правовые аспекты, позволяющие повысить эффективность ГТС и обеспечить их надежное, безопасное функционирование.

Можно сказать, что «красной нитью» первого номера прослеживается взаимодействие науки и практики, когда разработки ученых находят свое применение на объектах, когда многие руководители производственных и обслуживающих компаний сами являются ведущими специалистами в гидротехническом строительстве. В этом номере представлено немало разработок молодых авторов, это вселяет уверенность в то, что богатейшие традиции, наработки и опыт российского гидротехнического строительства будут продолжены.

Обнадёживает и тот факт, что принимаемые сегодня управляющими структурами решения направлены на развитие, а не латание дыр, и носят стратегический характер. Консолидация — идея, которая стала ключевой на IV Всероссийском совещании гидроэнергетиков. Объединяя усилия, знания, опыт, мы вместе не только преодолеем любой кризис, но и сможем поднять российское гидротехническое строительство на передовые позиции в мире, которые много лет занимала Россия в энергетике, в освоении морского шельфа, производстве оборудования и материалов для гидротехнических сооружений.


**РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «ГИДРОТЕХНИКА» ПОЗДРАВЛЯЕТ С ЮБИЛЕЕМ:**

*Галину Зосимовну Костыря* — к. т. н., члена Международного комитета по бетонам, руководителя отдела технологии строительства и ремонта железобетонных сооружений ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева» (РусГидро), генерального директора ЗАО «Научно-производственный центр материалов и добавок» (НП ЦМИД).

*Анатолия Евгеньевича Чижова* — нашего постоянного автора, ученого, изобретателя, заместителя директора по НИР ООО фирмы «Рассвет-К».

*Корпорацию «Гидротехника» (GT Corpotation).* За 20 лет работы на счету этой компании, занимающей лидирующие позиции в гидротехническом строительстве, множество сложнейших объектов.

Желаем творческих успехов, новых профессиональных достижений, здоровья и благополучия!





ГИДРОТЕХНИКА



Раздел 1

ГИДРОЭНЕРГЕТИКА..... 4–15

Российская гидроэнергетика: современное состояние и перспективы развития..... 6

Диагностика гидротехнических сооружений и металлоконструкций (ЗАО «ПОЛИИНФОРМ») ..... 9

Бляшко Я. И. Опыт и проблемы развития малой гидроэнергетики в России ..... 10

Гидравлика для гидротехнических сооружений.  
Технологические и комплексные решения компании «АВА Гидросистемы» ..... 14

Раздел 2

МОРСКИЕ СООРУЖЕНИЯ. ПОРТЫ ..... 16–39

Щекачихин В. И. Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений — первые шаги к полноценной эксплуатации ..... 17

Колюшев И. Е., Николаев В. Е., Герасимов А. Г. Уникальный объект — уникальные технологии ..... 18

Василевский А. Г. Система наблюдений за состоянием гидротехнических сооружений комплекса защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений ..... 20

Меншиков В. Л. Техническая эксплуатация портовых гидротехнических сооружений в новых экономических условиях ..... 24

Хенрик Монтал. Каркас как основа качественной отбойной системы ..... 27

Вотинтов А. В., Сушко Ю. В. Основные гидротехнические решения глубоководного причала 1А в порту Туапсе ..... 30

20 лет в гидротехническом строительстве (ООО «НПФ «ГТ Инспект») ..... 36

Раздел 3

ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ. СТРОИТЕЛЬСТВО ..... 40–57

Инженерные изыскания: профессиональное исполнение в условиях повышенной сложности (компания «ПетробурСервис») ..... 41

Трусилов В. Т. Современное оборудование и технологии для поисковых и инженерных работ на водных акваториях ..... 42

Василевский В. В., Судаков В. Б. Совершенствование технологии укладки укатанного бетона при строительстве крупных плотин ..... 44

Компания «ОВАЦИЯ»: Современные технологии устройства шпунтовых ограждений ..... 49

Азбель Г. Г., Верстов В. В., Гольденштейн И. В., Кириллов Д. М. Применение виброгрейферов — путь к снижению себестоимости в работах нулевого цикла ..... 50

Шурухин Л. А., Малинин Д. А. Опыт применения современных материалов и технологий на водотранспортных гидротехнических сооружениях ..... 55

Раздел 4

ГИДРОМЕХАНИЗАЦИЯ. ПОДВОДНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ..... 58–71

Радюкин Ю. С. Глубоководные водолазные комплексы, размещаемые на судах ..... 60

Берсенев А. В. Водолазное обследование гидротехнических сооружений ..... 64

Чижов Е. А., Чижов А. Е., Новиков С. Г. Эластичные грунтопроводы ..... 66

Иванов В. Ю. Современные технологии в гидротранспорте от ЗАО НПО «Композит» ..... 70

Раздел 5

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ ..... 72–87

Колгушкин А. В., Беляев Н. Д. Учет неравномерности коррозионного воздействия морской среды при проектировании и строительстве сквозных ГТС на металлическом основании ..... 74

Материалы Stelpant: надежная защита от коррозии в сложных климатических условиях ..... 78

Федорищев Ю. В. Антикоррозионная защита гидротехнических сооружений: комплексные решения от компании «Амвит» ..... 80

Санжаровская О. Р. Восстановление несущей способности сжатых железобетонных сечений гидротехнических сооружений ..... 82

Ледина М. В. Особенности ремонта гидротехнических сооружений (ООО «БАСФ Строительные системы») ..... 84

Геосинтетические материалы для строительства гидротехнических сооружений (ЗАО «АРЕАН-Геосинтетикс») ..... 86

# 1.

4–15

## ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ  
И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

МАЛАЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ



**REenergy 2010**

**25 - 28 мая 2010 г**

МОСКВА, ВП «ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ», ВВЦ

Организатор:



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



## МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМ ИСТОЧНИКАМ ЭНЕРГИИ И АЛЬТЕРНАТИВНЫМ ВИДАМ ТОПЛИВА

Соорганизатор



Генеральный  
информационный  
партнер:



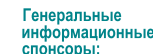
### ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ:

- ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА
- ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА
- СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА
- БИОТОПЛИВО (БИОМАССА)
- ГИДРОЭНЕРГЕТИКА
- ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА
- ДЕВЕЛОПМЕНТ, ОБОРУДОВАНИЕ
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО
- ПРИЛИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА
- РЕЗЕРВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА
- ЭЛЕКТРОМОБИЛИ
- ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ
- КОГЕНЕРАЦИЯ



www.REenergy2010.ru тел. +7(499) 181-52-02 contact@REenergy2010.ru

Партнеры:



Официальный  
медиа-партнер



Специальный  
информационный спонсор



Генеральный  
интернет-партнер



Интернет-  
партнер:



Информационные спонсоры:





# РОССИЙСКАЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

## ИТОГИ IV ВСЕРОССИЙСКОГО СОВЕЩАНИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКОВ



Совещание по проблемам и перспективам развития российской гидроэнергетики прошло в Москве с 25 по 27 февраля и было организовано по инициативе некоммерческого партнерства «Гидроэнергетика России» при поддержке Министерства энергетики, Государственной Думы РФ, Российского национального комитета по большим плотинам, «РусГидро», генерирующих компаний. В совещании приняли участие 269 человек — специалисты энергетической отрасли, ученые, руководители и инженеры ГЭС, представители органов власти, министерств и ведомств РФ, специалисты коммерческих компаний. В рамках совещания состоялись экскурсии на Загорскую ГАЭС и Угличскую ГЭС.

Содержание совещания так или иначе было окрашено событиями на Саяно-Шушенской ГЭС, поэтому обсуждение проблем гидроэнергетики получилось острым, но конструктивным. Участники совещания почтили минутой молчания память погибших при аварии, это были лучшие специалисты отрасли, отметил председатель правления «РусГидро» Е. В. Дод. Детальный отчет о ходе восстановительных работ на станции представил управляющий «РусГидро», руководитель бизнес-единицы «Производство» Б. Б. Богуш, отметив, что, несмотря на трагизм ситуации, сам процесс восстановления можно считать уникальным в мировой практике — и по сложности работ, связанной с масштабом разрушений, и по срокам, и по объединению усилий самых разных специалистов. «Системной» назвал аварию Б. Н. Юркевич, главный инженер ОАО «Ленгидропроект», акцентируя внимание на том, что источники аварии надо рассматривать в состоянии всей отрасли, где разрушились продуктивные системные связи между проектировщиками, эксплуатирующими службами, обеспечивающими финансовые вопросы.

**Проблема надежности и безопасности** ГЭС и гидротехнических сооружений была выдвинута в приоритет и обсуждалась в ракурсе всех этапов работы: инженерные изыскания,

проектирование, строительство, эксплуатация ГЭС, — а также в нормативно-правовом и финансово-экономическом аспектах.

«Обеспечение надежного и безопасного функционирования гидроэнергетических объектов, модернизация и техническое перевооружение действующих ГЭС, снижение степени износа основных производственных фондов и дальнейшее освоение гидропотенциала России — одна из главных задач», — отметил председатель Российского национального комитета по большим плотинам, первый заместитель председателя фракции «Единая Россия» в Государственной Думе В. А. Пехтин, открывший совещание.

Многие выступающие отмечали не соответствующее необходимому уровню безопасности состояние ряда ГЭС, а также их серьезное отставание в техническом и технологическом оснащении. Заместитель председателя правления «РусГидро» В. А. Зубакин привел следующие данные: «В 90-е годы наблюдался ускоренный износ ГЭС, вызванный недофинансированием. Состояние оборудования на объектах «РусГидро» на сегодняшний момент следующее (за 100% взято идеальное состояние), учитывается моральный и физический износ: гидротурбины — 61%, гидрогенераторы — 70%, трансформаторы — 75%, выключатели — 40%. Доля турбин производства 70-х годов — 8%, 60-х годов — 22%, а до 60-го года — 28%».

Заместитель руководителя «Ростехнадзора» А. В. Феропонтов доложил итоги последних проверок состояния ГЭС: «Из 22 станций, предоставивших в декабре-январе декларации безопасности, пониженный и неудовлетворительный уровень безопасности имеют 13 гидроэнергетических объектов «РусГидро». Вопиющими фактами нарушения норм безопасности А. В. Феропонтов назвал наличие потенциально опасных объектов в расположении гидросооружений (к примеру, вблизи Средне-Уральской ГЭС проложен газопровод, также на Урале организуют взрывы карьеров в непосредственной близости от ГЭС); на ряде объектов отсутствует система ло-



кального оповещения, а также аппаратура для слежения за безопасностью. В ряде регионов, по выводам «Ростехнадзора», отмечено недостаточное финансирование для обеспечения безопасности ГЭС. На многих строящихся объектах отмечен низкий уровень организации строительства, что может привести к серьезным проблемам на объекте еще до ввода его в эксплуатацию.

Участники совещания акцентировали внимание на ряде противоречий, которые являются источниками рисков в гидроэнергетике: со стороны контролирующих органов выдвигаются требования безопасности, при этом отсутствуют критерии ее оценки, эксперты далеко не всегда владеют действующей нормативной базой; требование системного слежения не всегда может быть выполнено по причинам недополучения финансирования и износа оборудования. Особой критике подвергся «тендерный» подход к выбору подрядчиков для выполнения работ на объектах, когда работает не критерий профессионализма, обеспечения безопасности и надежности, а начинается игра в торги, что недопустимо для объектов стратегического, государственного назначения.

Для обеспечения надежности и безопасности гидроэнергетических объектов были предложены следующие меры:

- ♦ Создать систему управления безопасностью ГЭС: восстановить системное взаимодействие научных и эксплуатирующих организаций (сейчас оно носит эпизодический характер), усовершенствовать систему надзора, ввести персональную ответственность собственников за состояние, мониторинг состояния и безопасность объектов, разработать методики оценки состояния и рисков, регулировать ввод новой документации. Было внесено предложение изучить и учесть опыт решения данной проблемы в атомной энергетике, а также действующие для объектов «РусГидро» разработки, которые можно использовать для всей отрасли.

- ♦ Разработать и принять программу модернизации действующих ГЭС, в особый приоритет выделив оборудование, которое, по словам руководителя ВНИИГ им. Веденеева Е. Н. Беллендира, «выпало» из 117 закона. Турбинное оборудование, АСУ, системы дублирования являются неотъемлемой частью системы управления безопасностью и должны быть включены как в концепцию развития гидроэнергетики, так и во все нормативные документы.
- ♦ Обеспечить нормативно-правовое регулирование контроля безопасности ГЭС. Для этого необходимо: пересмотреть подходы к пониманию безопасности и надежности ГЭС (федеральный 117 закон «морально» устарел в этом вопросе), нужно оценивать комплекс гидротехнических сооружений, надежность и безопасность каждой единицы оборудования; выработать критерии оценки состояния ГЭС и закрепить их в технических регламентах, которые также необходимо разработать в самое ближайшее время и принять в статусе федеральных. Принять закон об обязательном страховании от причинения вреда действующими энергетическими объектами, а также национальные стандарты для особо опасных объектов.
- ♦ Соблюдать требование многофакторного исследования, которому должны подвергаться все ГЭС после 25 лет эксплуатации. Создавать на объектах центры безопасности, привлекать в качестве экспертов только ведущих специалистов, прописывать все риски и создавать централизованную систему управления рисками. Необходимы анализ и обобщение аварий, особенно важно описание аварии на СШГЭС. Надзорные органы должны не просто давать советы, а отвечать за них, т. е. нести ответственность вместе с эксплуатирующей организацией.
- ♦ Для объективного и качественного мониторинга состояния оснастить все ГЭС современной контрольно-





измерительной аппаратурой (большинство из установленных на ГЭС приборов изготовлены 40 лет назад). Для этого необходимо изучать новые приборы и технологии, включая GPS; полная автоматизация гидроэнергетических объектов должна быть одним из приоритетов их развития.

В ходе пленарных заседаний и круглых столов одной из наиважнейших проблем было обозначено кадровое обеспечение отрасли. Отмечалось и старение ведущих специалистов, разрушение системы ПТУ, которая обеспечивала гидроэнергетику техническими специалистами-эксплуатационщиками; практическая неподготовленность выпускников вузов. Новую двухуровневую систему подготовки будущих инженеров (со следующего года — бакалавров и магистров) ректор СПбГПУ М. П. Федоров обозначил как проблему, которая, с одной стороны, заключается в том, что отсутствуют новые стандарты, которые каким-то образом должны соотносить звания бакалавров и магистров с требованиями к специалистам (которые до сих пор предъявлялись к инженерам-строителям, гидротехникам, проектировщикам и т. п.); с другой стороны, сами объекты и бизнес сегодня не готовы принять на работу выпускника вуза без четкого критериального описания его знаний и умений. Ректор призвал практиков объединить усилия в разработке таких критериальных описаний, которые станут неотъемлемой частью образовательных стандартов по подготовке специалистов гидроэнергетической отрасли.

Для развития гидроэнергетики России, которую министр энергетики С. И. Шматко, выступивший на совещании с докладом о перспективах развития отрасли, назвал стратегически и экономически важным направлением, были обозначены следующие приоритеты:

- ♦ Создание единой энергосистемы страны, а также постепенное построение единой энергосистемы со странами ближнего зарубежья. Министр энергетики С. И. Шматко заверил, что доля гидроэнергетики к 2020 г. сохранится на уровне не менее 20%. Перспективной целью является создание условий для объединения энергосистем Сибири и Востока нашей страны». Для этого важно обеспечить строительство новых ГЭС в Сибири и на

Дальнем Востоке. Системный подход в решении большинства проблем гидроэнергетики может быть реализован в отраслевой программе модернизации и обеспечения безопасности ГЭС, проект которой в настоящее время готовится Министерством энергетики РФ.

- ♦ Консолидация сил на всех уровнях и во всех направлениях работы: внутри отрасли консолидация проектных, научных, строительных, эксплуатационных компаний; объединение управляющих компаний в решении общих проблем и задач; консолидация со смежными отраслями, прежде всего с машиностроением (на данный момент это взаимодействие имеет целый ряд проблем).
- ♦ Обновление нормативно-правовой базы, усиление государственного контроля за ключевыми энергетическими объектами, создание действующих регулятивов для обеспечения надежности и безопасности на всех этапах работы: инженерные изыскания, проектирование, строительство, эксплуатация гидроэнергетических объектов. До конца 2010 г. принятие федерального закона, регулирующего деятельность гидроэнергетических объектов.
- ♦ Усиление научного обеспечения гидроэнергетики. В этих целях создание на базе проектных НИИ единого научного центра гидроэнергетики. Переоснащение научных, проектных, изыскательских организаций и НИИ.
- ♦ Строительство новых ГАЭС и развитие малой энергетики (по словам министра энергетики С. И. Шматко, этот ресурс в нашей стране огромен, но освоен недостаточно, и в самое ближайшее время будет принята федеральная программа развития малой энергетики в России).

В итоге совещания была выражена уверенность в том, что меры, направленные на обеспечение надежности и развития гидроэнергетических объектов, позволят российским специалистам выйти на международный уровень и не только конкурировать с зарубежными производителями электроэнергетики, но и подняться на лидирующие позиции в мире, которые занимала Россия многие годы.

Материал подготовлен Т. В. Ильиной

## ДИАГНОСТИКА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

От редакции: На сегодняшний день проблема безопасности гидротехнических сооружений особо актуальна как на этапе строительства, так и в процессе их эксплуатации. Для обеспечения безопасности наиболее востребованы новые, эффективные технологии, которые позволяют осуществлять мониторинг объекта по различным параметрам, выявлять проблемные участки на ранних стадиях деформаций и образования дефектов, что позволит предотвратить и исключить аварийные ситуации. Одно из таких технологических решений — комплекс бесконтактной магнитометрической диагностики КМД-01М, который обеспечивает качественный мониторинг объекта и своевременную точную диагностику, — сегодня представляет компания-производитель ЗАО «ПОЛИИНФОРМ».

### Назначение комплекса КМД-01М

Комплекс бесконтактной магнитометрической диагностики КМД-01М предназначен для обеспечения **безопасной эксплуатации промышленных объектов**: нефте- и газопроводов, гидротехнических сооружений, стальных и железобетонных строительных конструкций, емкостей, водоводов и пр. путем дистанционного обнаружения дефектов металла, напряженно-деформированных состояний, коррозионных повреждений.

### Возможности и преимущества комплекса КМД-01М

В настоящее время обследование и диагностика подводных частей гидротехнических сооружений и подводных переходов трубопроводов сводится, в основном, к визуальному водолазному (или с помощью подводных аппаратов) осмотру. Также применяются различные гидролокаторы, позволяющие получить информацию о состоянии сооружения на данный момент.

Между тем, русловые процессы могут обладать большой интенсивностью и малой продолжительностью. К примеру, трубопровод может быть перезамыт несколько раз и/или несколько смещен в сторону от проектной оси залегания. При этом визуальный осмотр или гидролокатор ввиду ограниченного поля зрения может этого не показать. Однако вследствие таких процессов металл может испытывать значительные напряжения, причем зона напряженно-деформированных состояний, как правило, имеет значительные масштабы, а напряжения в конструкции могут достигать значительных величин, вплоть до разрушающих.

**КМД-01М позволяет определять состояние металлических элементов конструкции, скрытых слоем бетона, грунта, воды.** Антенная система комплекса в герметичном исполнении может транспортироваться водолазом или подводным аппаратом вдоль обследуемой конструкции, например, подводного перехода трубопровода, и, одновременно с визуальным обследованием, оператор имеет возможность провести диагностику технического состояния перехода.

Комплекс дает возможность осуществлять контроль напряжений в конструкциях уже **на стадии монтажных работ** в режиме реального времени. **В процессе эксплуатации** сооружений, при выполнении периодического обследования, обеспечивается возможность проведения **постоянного мониторинга** технического состояния и **прогнозирования дефектов**, что позволит **предотвратить возникновение аварийных ситуаций** и повысить безопасность эксплуатации гидротехнических сооружений.



### Принцип действия комплекса КМД-01М

В основу принципа действия прибора положен магнитоупругий эффект, заключающийся в изменении намагниченности ферромагнетика под действием механических деформаций или напряжений.

Обнаружение, локализация и классификация дефектов производятся путем анализа результатов измерения горизонтальных и вертикальных составляющих постоянного и переменного магнитных полей в нескольких точках пространства. Первичными преобразователями являются **инновационные магниторезистивные датчики**, выполненные с применением нанотехнологий.

### Решаемые комплексом задачи

Уникальность комплекса КМД-01М состоит в том, что он позволяет осуществлять **бесконтактный неразрушающий контроль** без воздействия на обследуемый объект. Типы выявляемых дефектов: трещины и трещиноподобные дефекты, закат, риски, коррозионно-усталостные напряжения, дефекты сварных швов, локальные коррозионные язвы, изменения толщины труб, вмятины, гофры, напряженно-деформированные состояния, отклонения от проектной оси залегания.

### Технические характеристики и условия эксплуатации

Комплекс обеспечивает запись данных измерений и координат на протяжении 10 часов, навигационную GPS-привязку результатов диагностики, определение координат установленных маркеров.

КМД-01М позволяет наблюдать **магнитограммы в реальном времени**, что дает возможность производить детализацию выявленных аномалий магнитного поля непосредственно в процессе производства диагностики.

Масса комплекса — 5 кг.



**ПОЛИИНФОРМ**

Обеспечение промышленной и экологической безопасности

**ЗАО «ПОЛИИНФОРМ»**

**191126 Санкт-Петербург, ул. Марата, 80**

**Тел: (812) 764-52-61, 572-16-87, 572-16-88**

**Тел./факс: (812) 764-52-48**

**e-mail: info@polyinform.com, www.polyinform.ru**



# ОПЫТ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ



**Бляшко Я. И.,**  
к. т. н., генеральный директор  
ЗАО «Межотраслевое научно-техническое объединение ИНСЭТ»

Многие годы главная задача энергетиков — обеспечение надежного и бесперебойного электроснабжения потребителей — решалась весьма успешно. Однако оборудование и гидротехнические сооружения старели, средств для ремонтно-восстановительных работ выделялось недостаточно, а объем инвестиций в новое строительство был ограничен. В результате вводились ограничения электроснабжения, участились перебои в электроэнергии, особенно зимой, однако только авария на Саяно-Шушенской ГЭС по-настоящему заставила все ветви власти и общественное мнение обратить внимание на имеющиеся в энергетике проблемы.

Совершенно очевидно, что для нынешнего состояния экономики государства развертывание крупного гидроэнергетического строительства является задачей непосильной. Надежды на приход крупных инвестиций извне в большую гидроэнергетику пока не оправдываются.

Одним из выходов из создавшегося положения может явиться ускоренное развитие малой энергетики, в частности *возобновляемых источников энергии* (ВИЭ), в число которых входит малая гидроэнергетика. Ускоренное развитие ВИЭ является в настоящее время весьма перспективным, т. к. эти источники, и, в частности, малая гидроэнергетика, обладают значительным неиспользуемым потенциалом именно в тех регионах страны, которые в наибольшей степени испытывают дефицит электроэнергии.

Так, например, сток 2,5 млн малых рек составляет около 50% стока всех рек страны. При этом практически 90% сельского населения, испытывающего наибольшие проблемы с электроснабжением, проживает вблизи малых рек, суммарный технический потенциал которых оценивается более чем в 380 млрд кВт/ч в год, а используется всего-то на 0,5–0,6% [1].

В такой ситуации в конце 2007 года был принят федеральный закон, предусматривающий формирование системы мер, способствующих развитию ВИЭ в нашей стране.

Кроме того, прогнозными документами правительства РФ доля ВИЭ в производстве электроэнергии зафиксирована на уровне 1,5% к 2010-му и 4% к 2020 году, и, несмотря на то, что до настоящего времени отсутствует целый ряд подзаконных актов, которые должны стимулировать развитие в том числе и малой гидроэнергетики, определенные сдвиги в этом направлении уже намечаются. Так, в частности,

регионам предоставлено право устанавливать экономически обоснованные тарифы на электроэнергию, отпускаемую потребителям.

Несмотря на то, что официальное признание эффективности ВИЭ запоздало примерно на 20 лет, еще в период существования Советского Союза начались работы по созданию базы развития малой гидроэнергетики [2]. Эти работы были продолжены и в начале 90-х годов прошлого века, несмотря на неблагоприятную экономическую ситуацию.

Однако при создании малых ГЭС, к сожалению, не пришлось базироваться на опыте, накопленном в период интенсивного развития малой гидроэнергетики в 30–50-е годы прошлого столетия. Во-первых, потому что изменились требования, касающиеся оборудования малых ГЭС, а во-вторых, даже положительный опыт, который можно было использовать, был практически утерян.

Поэтому основные принципы и рекомендации, разработанные отечественными учеными и инженерами в 30–50-е годы, положенные в основу создаваемых тогда малых ГЭС, устарели, подходы к проектированию, конструкции агрегатов не отвечали современным требованиям и, тем более, не работали на перспективу.

Учитывая ситуацию, решение задачи создания малых ГЭС нового поколения и, в частности, создания нового оборудования, должно было базироваться на иных, более совершенных технологических схемах, новых материалах и технологиях и более эффективно использовать гидроэнергию [3].

Для решения этой задачи были выявлены наиболее характерные для регионов России взаимные сочетания напоров и расходов (мощностей) на малых реках и ручьях, проведен на современном уровне анализ рабочего процесса, происходящего при работе агрегатов, и отбор наиболее совершенных конструктивных схем оборудования, исследованы их характеристики, разработаны базовые типоразмерные ряды оборудования и оптимизированы их конструкции с использованием современных методов проектирования, расчетов и изготовления.

МГЭС и микроГЭС имеют свои особенности, по сути отличающие «малую» энергетику от «большой». Иными словами, агрегат МГЭС как объект проектирования — это не уменьшенный агрегат «большой» ГЭС, а самостоятельный объект, характеризующийся только ему одному присущими



**МГЭС «Элегис» в Армении**

На станции установлен гидроагрегат ГА-10 мощностью 630 кВт. Введена в эксплуатацию в 2006 г.

свойствами, вытекающими из предъявляемых к нему требований.

При проектировании МГЭС необходимо учитывать целый ряд обстоятельств, позволяющих повысить их экономическую эффективность при строительстве и эксплуатации:

- проектирование конкретных объектов следует проводить с учетом их особенностей и возможной унификации конструкторских решений;
- унифицированные технологические процессы строительства малых ГЭС позволяют снизить трудозатраты и стоимость объектов.

В связи с тем, что стоимость оборудования для МГЭС составляет значительную часть от капитальных затрат на строительство, основное гидроэнергетическое оборудование должно отвечать следующим основным требованиям:

- максимально возможная унификация и стандартизация;
- турбины должны обеспечивать положительную высоту отсасывания, что позволяет уменьшить объем подвальной части здания МГЭС, удешевить и упростить производство работ;
- в подшипниковых узлах необходимо использовать подшипники качения с консистентной смазкой;
- конструкция оборудования должна обеспечить возможность осуществления основных сборок на заводе-изготовителе (для снижения сроков и стоимости монтажа на МГЭС);
- в агрегатах должны применяться серийные синхронные и асинхронные генераторы;
- системы управления необходимо выполнить унифицированными и привязанными к автоматике МГЭС;
- необходимы системы управления электронно-электрического типа (для обеспечения возможности оперативного решения задач управления агрегатами и их защиты благодаря быстрдействию), и при этом должна обеспечиваться возможность работы в автономном режиме или/и параллельно с энергосистемой;
- в качестве приводов элементов регулирования и противоаварийных систем использовать электромеханические устройства;
- уровень автоматизации должен обеспечивать возможность эксплуатации МГЭС без постоянного дежурного персонала;

- экологически безопасными должны быть принятые проектные, конструкторские и технологические решения.

При этом для низконапорных МГЭС применяются осевые, как правило, горизонтальные гидроагрегаты, в которых для увеличения экономичности используются повышающие передачи между турбиной и генератором.

Для средненапорных МГЭС наиболее подходящими являются радиально-осевые гидроагрегаты с горизонтальным валом и направляющим аппаратом, выполненным с возможностью дискретного перемещения. При высоких напорах используются, как правило, ковшовые гидротурбины.

Характеристики гидроагрегатов должны перекрываться в переходных по напорам зонах, что обеспечит возможность выбора рациональных вариантов использования гидроагрегатов в конкретных условиях.

Необходимо отметить, что использование гидроагрегатов, разработанных на основе указанных требований, позволяет также решать задачи создания унифицированных агрегатных блоков для заданных параметров МГЭС относительно просто, т. к. габариты указанных блоков можно определять, исходя из условий размещения унифицированного, спроектированного на основании единых требований основного и вспомогательного оборудования.

При этом анализ параметров МГЭС, намечаемых к строительству, позволяет свести все многообразие возможных вариантов МГЭС с различными типами гидроагрегатов к нескольким, обеспечивающим достаточное покрытие требуемых зон поля универсальной характеристики гидротурбин «Q — H».

В свою очередь оптимальная эксплуатационная зона должна обеспечивать:

- допустимое значение высот отсасывания;
- максимальное значение приведенной мощности на валу гидротурбины;
- значение коэффициента полезного действия турбины, близкого к максимальному;
- максимально возможное значение коэффициента быстросходности турбины.

Повышение качества и улучшение технико-экономических параметров гидротурбин во многом зависят от технологичности их конструкций.





#### МГЭС на сбросах Минской ТЭЦ-2

На станции установлены два агрегата ГА14 с S-образной гидротурбиной мощностью по 130 кВт. Введена в эксплуатацию в 2007 г.

В общем виде основными направлениями, способствующими повышению технологичности конструкций гидротурбин, являются:

- применение сварных конструкций (при этом повышается качество деталей и уменьшается масса гидротурбины);
- применение точнолитых рабочих колес и других сложнопрофильных элементов без последующей механической обработки поверхностей;
- унификация и нормализация элементов конструкции;
- использование комплекса мероприятий, необходимых для повышения точности изготовления и проверки отдельных деталей;
- поставка полностью собранных гидротурбин или их узлов, прошедших контрольную сборку на заводе;
- применение материалов и технологий, обеспечивающих ремонтпригодность гидротурбин на объекте.

В результате можно создавать технологичные проточные части при сохранении их основных параметров, определенных на основе гидродинамических расчетов и сочетающих в себе приемлемые энергетические свойства и простоту конструктивных решений ее элементов.

Сказанное обуславливает необходимость использования другой технологии создания проточных частей. В связи с этим за основу при создании проточных частей были приняты численные методы и алгоритмы, реализация которых обеспечила проведение вычислительного эксперимента [4].

Подобная схема проектирования была опробована на нескольких проточных частях гидротурбин, полученных с помощью модельных испытаний, путем сравнения прогнозных и модельных универсальных характеристик.

Прогнозный коэффициент полезного действия проточных частей, полученных расчетным путем, отвечает современному уровню КПД гидротурбин.

На основе разработанной методики стало возможным создание типоразмерного ряда оборудования [5].

Уже более 20 лет наше объединение занимается развитием малой гидроэнергетики. Одним из основных результатов

этой работы является значительное улучшение социально-бытовых условий жизни населения и качество оказываемых коммунальных услуг в отдаленных регионах России.

Основными особенностями этой работы являются тесное взаимодействие с представителями местной и региональной администраций, этапность выполнения и комплексность. Такой подход, в частности к проектированию и поставкам оборудования для малых ГЭС, позволил снизить капитальные затраты на их строительство на 12–15%.

Комплексное решение проблем развития малой гидроэнергетики наиболее эффективно при разработке на первом этапе концепций развития и схем размещения объектов малой гидроэнергетики на территории регионов с последующим составлением бизнес-планов или обоснований инвестиций строительства первоочередных пионерных гидроэлектростанций.

Эта работа активно проводится нашим объединением и включает обследование рек с целью выявления мест возможного размещения малых ГЭС, выполнение, как сказано выше, расчетов по обоснованию инвестиций, разработку бизнес-планов и проектно-сметной документации, изготовление и поставку гидроэнергетического оборудования, проведение шеф-монтажных и пуско-наладочных работ на возводимых гидроузлах. Такой подход к выполнению всего комплекса работ в рамках одной организации представляется наиболее обоснованным и перспективным в настоящее время. Это ускоряет ввод объектов гидроэнергетики в действие, позволяет руководству региона и частным структурам не распыляться по исполнителям и усилить финансовый контроль над расходованием инвестиционных средств.

За последние годы специалистами «МНТО ИНСЭТ» проведено обследование малых рек в верховьях бассейнов Енисея (Тыва), Катунь и Чуи (Алтай), Баргузина (Бурятия), Уруха (Северная Осетия — Алания и Кабардино-Балкария) и ряда других рек. В результате были разработаны «Концепции развития и схемы размещения объектов малой гидроэнергетики» в Республиках Тыва, Алтай, Северная Осетия — Алания



#### Вилейская МГЭС, Белоруссия

На станции установлено четыре агрегата ГА-8 мощностью по 500 кВт. Первая очередь станции введена в эксплуатацию в 1997 г, вторая очередь — в 2002 г.

и Кабардино-Балкария, предусматривающие строительство МГЭС суммарной установленной мощностью около 400 МВт.

Вместе с тем развитие малой гидроэнергетики в России сталкивается с несколькими очень серьезными проблемами. Одной из основных, по нашему мнению, является отсутствие норм и правил проектирования малых и микроГЭС, разработанных с учетом их специфики. В результате проект малой ГЭС в несколько сотен кВт становится неоправданно дорогим, т. к. в нем должны быть разработаны в полном объеме те же вопросы, что и при выполнении проектов крупных ГЭС в сотни МВт! К числу сложно решаемых проблем относятся также проблема присоединения к сетям, т. к. сетевые компании требуют от малых ГЭС при выдаче условий на присоединение участия в первичном регулировании и выполнении функций синхронного компенсатора. Такие требования предъявляются на основе Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей.

Очевидно, что эти правила должны быть доработаны применительно к техническим решениям, используемым при создании малых ГЭС и с учетом их особенностей (отсутствие водохранилищ, работа «по воде», значительные изменения мощности по сезонам года и т. д.).

Также не решены вопросы, связанные со стоимостью присоединения к электросетям, достигающей половины стоимости малой ГЭС (!).

Возвращаясь к вопросу проектирования малых ГЭС, необходимо отметить, что опыт использования при создании малых ГЭС сохранившихся гидротехнических сооружений и станционных зданий очень противоречив. Однако тенденция, на наш взгляд, очевидна: при отсутствии исторической ценности станционных зданий верхнее строение экономически целесообразно снести и построить новое с использованием современных конструкций, технологий и материалов, а гидротехнические сооружения сохранить и отремонтировать опять же с использованием современных технологий.

В современных условиях России, где полноценно могут сосуществовать две концепции (централизованное и децентрализованное энергоснабжение), более перспективными могут оказаться МГЭС со «скромными» энергетическими показателями, в том числе и по виду регулирования речного стока (МГЭС «по водотоку») из-за резкого ужесточения требований по охране окружающей среды.

Нельзя не остановиться на таких проблемах, как некачественное в ряде случаев выполнение проектов малых ГЭС и, в погоне за мнимой экономией, отклонения от проектной документации, допустимые при строительстве, не учиты-

вающие особенности горных рек, несущих значительное количество влекомых и взвешенных наносов. В результате и в том, и в другом случае имеют место проблемы с эксплуатацией гидростанций, повреждение оборудования и выход его из строя из-за пропуска через агрегаты этих наносов. К сожалению, приход в малую гидроэнергетику частного бизнеса, желающего необоснованно быстрой окупаемости вложенных средств, в том числе и за счет необоснованного снижения затрат на разработку проектов и особенно на строительство малой ГЭС, оборачивается в результате, как отмечено выше, фактически дискредитацией малой гидроэнергетики, что недопустимо.

Таким образом, на сегодняшнем этапе развития малой гидроэнергетики проблемы, связанные с разработкой и промышленным освоением отечественного оборудования для микро- и малых ГЭС, следует считать в основном решенными, на это указывает наличие положительного опыта эксплуатации типовых представителей созданного типоразмерного ряда оборудования от 3 до 15 лет на более чем 50 малых ГЭС, а также постоянно расширяющийся список стран, куда это оборудование экспортируется, в число которых, наряду практически со всеми странами СНГ, входят такие страны, как Япония, Корея, Бразилия, Швеция, Польша, Индонезия, Колумбия и др.

Вместе с тем, имеется целый ряд вопросов, связанных с нормативно-правовой базой создания малых ГЭС, которые нуждаются либо в уточнении, либо в разработке и от решения которых во многом зависит достижение директивных показателей.

#### Список литературы

1. Безруких П. П., Арбузов Ю. Д., Борисов Т. А. и др. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России. СПб.: Наука, 2002. 314 с.
2. Михайлов Л. П., Фельдман Б. Н., Марканова Т. К. и др. Малая гидроэнергетика // под ред. Л. П. Михайлова. М.: Энергоиздат, 1989. 184 с.
3. Бляшко Я. И. Основные положения концепции развития малой гидроэнергетики и принципы создания оборудования для малых ГЭС. III Международная конференция и выставка по малой гидроэнергетике. Материалы конференции, 4–6 октября 1993 г. Мюнхен.
4. Blyashko I., Zabolotny F., Astafiev A. Development of Francis turbine water passages using a mathematical modeling method. Conference & Exhibition. Modelling, Testing & Monitoring for Hydro Power Plants, 8–11 July, 1996, Lausanne, Switzerland, Conference Papers.
5. Бляшко Я. И. О малой энергетике в России. Анализ состояния, опыт создания оборудования, проблемы развития // Теплоэнергоэффективные технологии. СПб., 1998. № 4.



# ГИДРАВЛИКА ДЛЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ КОМПАНИИ «АВА ГИДРОСИСТЕМЫ»



Яцкевич А. А.,  
генеральный директор  
ЗАО «АВА Гидросистемы»

**Анатолий Александрович, ваша компания признана одним из лидеров российского рынка гидрооборудования. А что способствовало успеху компании на протяжении ее существования?**

Компания существует с 1992 года и в январе 2010 года отметила 18 лет своей деятельности. Мы формировались на базе крупного станкостроительного завода им. Я. М. Свердлова, поэтому вначале занимались преимущественно станочной гидравликой. В то же время мы получили возможность работать со всеми отраслями, детально изучить их специфику и наработать большой опыт разработки и производства оборудования разной степени сложности. Мы не пошли по пути перепродажи оборудования других производителей, а сохранили до сих пор свои основные функции: разработка и производство гидрооборудования. Коммерческую линию, которая заключается в поставке компонентов гидрооборудования, мы тоже поддерживаем, но она не является главным видом деятельности.

**История вашей компании — это не история выживания, а опыт серьезного развития производственных мощностей, технологических и профессиональных ресурсов. Что сегодня собой представляет компания «АВА Гидросистемы»?**

Сегодня предприятие представляет собой группу компаний: головная компания — производственная — «АВА Гидросистемы»; инженерно-конструкторский корпус объединен в компанию «АВА Инжиниринг» (в составе 23 человека — по нынешним временам достаточно серьезное КБ), и в Калуге действует наше дочернее предприятие — компания «АВА Гидроком». На сегодняшний день группа компаний насчитывает в общей сложности 125 человек, это специалисты очень высокого уровня. Мы имеем собственные производственные площади — несколько цехов и участков, на своей площадке проводим испытания всего оборудования, его монтаж. Оборот последние два года превышает 360 млн рублей. В 2009 году, в условиях кризиса, мы потеряли примерно 2% относительно оборота 2008 года, можно сказать, что потери минимальные

Проблема оборудования особо остро обсуждалась на IV Всероссийском совещании гидроэнергетиков, в первую очередь в связи с необходимостью его замены и модернизации на большинстве ГЭС России. Для гидротехнических объектов других типов техническое оснащение современным, эффективным, высокотехнологичным оборудованием — также задача первоочередной важности. Однако на сегодняшний момент эта проблема имеет несколько аспектов, связанных не только с физическим износом, моральным устареванием оборудования и недофинансированием объектов. В первую очередь пристального внимания требует решение вопросов, связанных с качеством оборудования, его соответствием современным технологиям и мировым стандартам. Для обеспечения этих условий машиностроительные и другие производства должны работать на высоком технологическом уровне, что весьма сложно в условиях, когда нарушена система взаимодействия смежных предприятий, многие из которых прекратили свое существование. Тем не менее в России сохранились и развиваются производственные компании, изготавливающие оборудование на уровне европейских и мировых стандартов. На одном из таких предприятий в Санкт-Петербурге — компании «АВА Гидросистемы» — побывал наш корреспондент. Каковы на сегодняшний день возможности российских производителей оборудования, насколько могут они конкурировать с западными производителями? С этими вопросами мы обратились к генеральному директору компании «АВА Гидросистемы» — российского лидера в производстве гидравлического оборудования — кандидату технических наук А. А. Яцкевичу.

**На какие отрасли в большей степени ориентирована компания, какие направления преобладают в работе?**

Затруднительно назвать какую-либо отрасль промышленности и транспорта, в которых мы не присутствуем. Последние 2 года в нашей работе превалирует нефтегазовая отрасль. Здесь мы разрабатываем и производим гидрооборудование буровых комплексов, гидроприводы установок для ремонта буровых скважин, для извлечения обсадных труб, гидроагрегаты противобортного оборудования.

На втором месте по объемам наших работ стоит машиностроение в области прокладки инженерных коммуникаций: это и жилищно-коммунальный комплекс, и строительство или переоборудование промышленных предприятий. Эту нишу мы освоили 12 лет назад и на сегодняшний день имеем очень большие наработки. Это прежде всего так называемые бестраншейные технологии для прокладки трубопроводов без вскрытия грунта. Мы выпускаем машины, которые являются нашими разработками, многие из них запатентованы. Одно из приоритетных направлений — гидрооборудование строительных машин, которые используются в самых разных отраслях, в том числе и гидротехническом строительстве. В частности, нами разработан гидропривод системы подрачивания колонны башенного крана.



Производственный цех ЗАО «АВА Гидросистемы»

Любое гидротехническое сооружение — будь то порт, ГЭС, шлюз — не может обойтись без гидравлического оборудования. Каковы возможности и опыт вашей компании в оборудовании гидротехнических сооружений?

Тенденция к модернизации и переоснащению оборудования ГЭС и других гидротехнических сооружений обнадуживает. В чем наши возможности в реализации этих задач? В первую очередь это затворные механизмы — шлюзовые и водопускные устройства. Как правило, это гидрофицированные устройства с огромными гидроцилиндрами — здесь у нас есть опыт разработок и производства цилиндров аналогичных параметров для портовых сооружений. Сегодня эту работу может выполнить далеко не каждая компания.

Мы давно и успешно работаем в мостостроении, изготавливая весь спектр гидрооборудования мостов, а также оборудование для их строительства и ремонта. В нашем активе есть гидравлическое оборудование, которое использовалось при надвиге пролетных строений моста «Багратион» через Москва-реку в районе Красной Пресни. Наше гидродомкратное оборудование использовалось при ремонтах мостов Александра Невского и Троицкого в Санкт-Петербурге. Аналогичное оборудование мы делаем и в настоящее время для ремонта моста через Сайменский канал в районе г. Выборга Ленинградской области. Наша компания выполнила большой объем работ на КЗС Санкт-Петербурга от наводнений по восстановлению и ремонту гидравлического оборудования, необходимого для работы и эксплуатации КЗС.

Мы имеем 4-летний опыт создания оборудования для паромных переправ в портах. Среди наших гидротехнических объектов — паромно-железнодорожная переправа в порту Усть-Луга, новое и сложное сооружение. Здесь же в порту Усть-Луга наше гидрооборудование установлено также на автомобильной паромной переправе, которая была завершена осенью 2009 года. В порту «Кавказ» результатом нашей работы стала железнодорожная переправа через Керченский пролив.

Перспективным для нас является гидроэнергетика, в данном направлении мы тесно сотрудничаем с СПКБ «Ленгидросталь». Разработан проект реконструкции Зейской ГЭС, выполнены разработка и изготовление гидроприводов для затворов Зарамагской ГЭС, мы участвовали в работе по реконструкции Астраханского шлюза. Также мы поставляем различные гидравлические блоки, в том числе и гидравлические станции (МНУ), которые затем используются на ГЭС и различных гидротехнических сооружениях.

**Сегодня особо актуально звучит проблема безопасности при строительстве и эксплуатации гидротехнических объектов. Одним из аспектов этой проблемы называют качество оборудования. Как в вашей компании отслеживается и оценивается качество оборудования? И какие требования предъявляются к качеству оборудования?**

Служба качества нашего предприятия является одним из самых развитых подразделений. Помимо ОТК, через



Паромная железнодорожная переправа в Усть-Луге

который обязательно проходит вся продукция, у нас есть испытательный участок, и ни одно изделие не выходит за территорию предприятия без проверки на испытательном участке, как по узлам, так и после окончания сборки. В оценке качества гидрооборудования мы руководствуемся прежде всего европейским стандартом ISO 9001. Мы прошли процедуру добровольного сертифицирования, но в первую очередь мы соблюдаем те условия и требования, которые к нам предъявляют заказчики оборудования. К примеру, в Западной Сибири и Якутии, где работают десятки наших установок, любой отказ гидрооборудования, приводящий к остановке бурения, — это угроза потери скважины стоимостью в десятки миллионов рублей.

За 12 лет работы с нефтяниками мы привыкли к постоянному жесткому контролю со стороны заказчиков, это воспринимается как неотъемлемая часть и специфика нашей работы. И мы не можем нарушить ни одно из этих требований. Нормативы в разных отраслях различны, поэтому, безусловно, мы обязательно изучаем всю нормативную документацию отрасли, которой должно соответствовать наше оборудование. Для нашей компании проблема обеспечения качества оборудования — это ключевая проблема, которую, судя по работе нашего оборудования, нам удается решать на должном уровне.

**Анатолий Александрович, ваша компания — подтверждение тому, что проблема оборудования для гидротехнических сооружений может быть решена российскими производителями на высочайшем уровне. Надеемся, что опыт, достижения и разработки «АВА Гидросистемы» будут по достоинству оценены подрядчиками и структурами, кто сегодня отвечает за строительство, эксплуатацию гидросооружений, их техническое оснащение.**

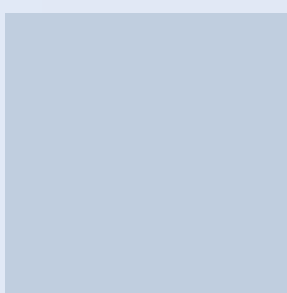
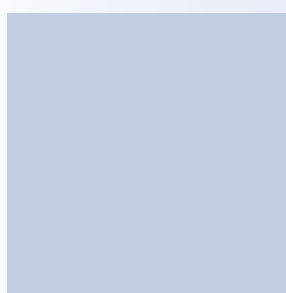
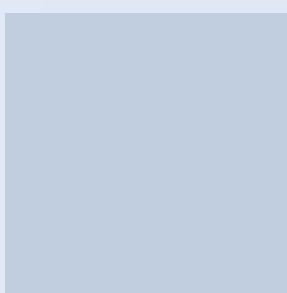
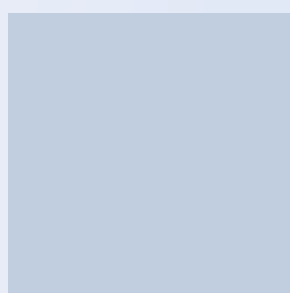
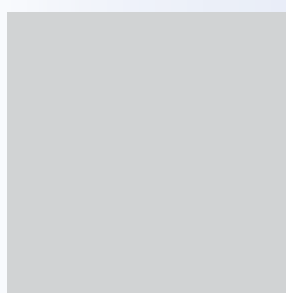
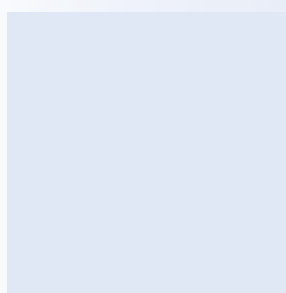
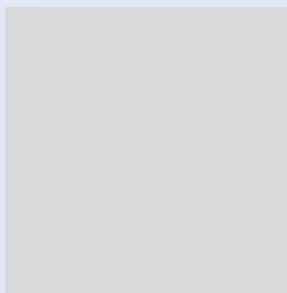
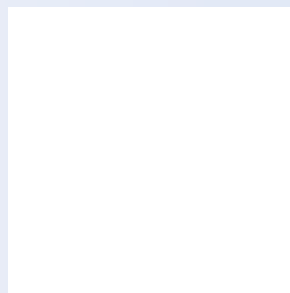
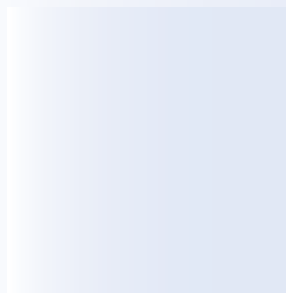
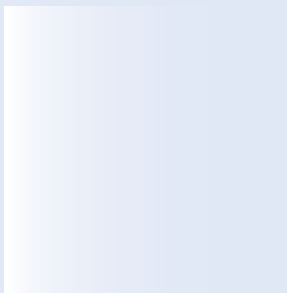
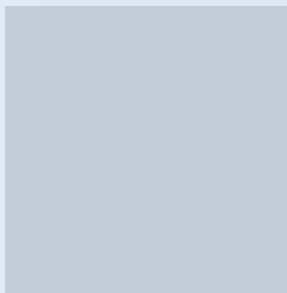
**ЗАО «АВА Гидросистемы»  
195009 Санкт-Петербург, Кондратьевский пр., 2  
Тел. (812) 449-0336, т./факс (812) 449-2182  
www.hydrosystem.ru**



## МОРСКИЕ СООРУЖЕНИЯ. ПОРТЫ

### КОМПЛЕКС ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ОТ НАВОДНЕНИЙ

### СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОРТОВЫХ ГТС



## КОМПЛЕКС ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ОТ НАВОДНЕНИЙ — ПЕРВЫЕ ШАГИ К ПОЛНОЦЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ



Затвор судопропускного сооружения С1

Фото ЗАО «Атомстройэкспорт»

*О том, на каком этапе находится строительство КЗС, какие объекты в ближайшее время будут введены в эксплуатацию и как она будет осуществляться, рассказал генеральный директор ФКП «Северо-Западная дирекция комплекса защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений» ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ЩЕКАЧИХИН.*

**Владимир Иванович, не отразился ли экономический кризис на строительстве объекта? Когда КЗС будет введен в эксплуатацию?**

Нет, финансирование КЗС не урезано, кризис не отразился на строительстве, оно идет по плану. До окончательного ввода в эксплуатацию осталось два года — это текущий 2010-й и следующий — 2011-й. Более того, уже выделены деньги из бюджета на временную эксплуатацию завершенных объектов комплекса.

**Что еще предстоит сделать за эти неполные два года на объекте? На каком этапе строительства гидротехнические сооружения?**

Осталось достроить тоннель под судопропускным сооружением С1 и оборудовать его системами инженерного обеспечения — вентиляционной, противопожарной, антитеррористической и множеством других различных систем для бесперебойной и безопасной работы этого тоннеля.

Гидротехнические водопропускные сооружения все построены, будут окончательно вводиться в эксплуатацию в этом и следующем году. На этих сооружениях еще не всеми подрядчиками завершены контракты. Продолжаются работы по контракту А5а — устройству систем энергоснабжения, управления и связи КЗС.

Продолжаются пуско-наладочные работы по наладке затвора судопропускного сооружения С1. В конце 2009 года был проведен ряд испытаний оборудования и механизмов судопропускного сооружения С1 с одновременным выводом Северного и Южного батопортов в судоходный пролет. Испытания прошли успешно и подтвердили правильность технических решений, заложенных в проекте плавающего затвора судопропускного сооружения С1, и его работоспособность. Осталось закончить работу по устройству системы обогрева затвора и системы мягкой посадки затвора, выполнить завершающий этап испытаний. Необходимо обкатать механизм, чтобы он был хорошо опробован, чтобы надежно работал. На данном этапе к работам должна подключиться эксплуатирующая организация. Также в ближайшее время предстоит переход от временного к постоянному энергоснабжению КЗС. Контракт А3б на строительство затвора судопропускного сооружения С1 заканчивается 31 июля 2010 года. К этому времени все системы затвора должны быть полностью работоспособны и испытаны.

Кроме того, в апреле этого года будет достроено здание Центрального пульта управления КЗС, где будет устанавливаться

соответствующее оборудование автоматизированной системы управления (АСУ). Управление работой всех затворов комплекса, в том числе затвора судопропускного сооружения С1, будет осуществляться с Центрального пульта управления.

Таким образом, ближайшие полгода будут посвящены пуско-наладочным работам с выводом затвора в пролет, обеспечением его АСУ и переводом управления в Центральный пульт управления КЗС.

**В начале этого года был объявлен конкурс на эксплуатацию законченных строительством водопропускных сооружений. Каковы будут функции эксплуатирующей организации на данном этапе?**

В настоящее время объявлен конкурс на эксплуатацию водопропускных сооружений и судопропускного сооружения С2.

Опытная эксплуатация водопропускных сооружений на данном этапе будет осуществляться еще при наличии на объекте подрядчика, т. е. до момента подписания акта сдачи-приемки работ по контракту. Это необходимо для того, чтобы та организация, которая приступит к эксплуатации, имела время и возможность обучить специалистов, а главное, найти те недостатки, которые могут быть выявлены в системе в начальный период эксплуатации. Водопропускные и судопропускные сооружения КЗС являются уникальными, т. е. нетиповыми, разработанными специально для этого комплекса, поэтому не существует накопленного опыта эксплуатации именно таких сооружений. Эксплуатирующая организация должна выявить все проектные недочеты, вскрыть все недостатки работы системы, чтобы подрядчик их устранил до сдачи объекта.

**Значит ли то, что организация, которая выигрывает конкурс на эксплуатацию водопропускных и судопропускного сооружения С2 в текущем году, будет осуществлять эксплуатацию в последующие годы?**

Не обязательно, конкурс на эксплуатацию будет проводиться ежегодно.

**Как будет проводиться эксплуатация всех систем комплекса защитных сооружений?**

Конкурсы объявляются по разным темам — на эксплуатацию водопропускных сооружений и судопропускного сооружения С2, на эксплуатацию дороги, на охрану территорий КЗС, на эксплуатацию средств навигационного оборудования, установленных на каналах, и т. д. По окончании пуско-наладочных работ на судопропускном сооружении С1 также будет объявлен конкурс. Будет проводиться отдельный конкурс на эксплуатацию системы энергоснабжения КЗС.

Это первые шаги к полноценной эксплуатации, самые сложные. В ближайшее время определится структура эксплуатации — будет ли одна организация исполнять функции генерального подрядчика или консорциум организаций. По итогам конкурсов будет понятно.



# УНИКАЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ — УНИКАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



**Колышев И. Е.,**  
генеральный директор ЗАО  
«Институт Гипростроймост  
Санкт-Петербург»



**Николаев В. Е.,**  
главный инженер проектов  
ЗАО «Институт Гипростроймост  
Санкт-Петербург»



**Герасимов А. Г.,**  
рук. группы ЗАО «Институт  
Гипростроймост Санкт-  
Петербург»

**В ходе строительства КЗС на его объектах часто приходилось применять нестандартные решения, нетипичные технологии, разрабатывать специальные устройства для их реализации. Нетипично можно считать технологию, выполненную по проекту ЗАО «Институт Гипростроймост Санкт-Петербург», для подъема затвора судопропускного сооружения С2 на этапе его возведения.**

В настоящее время в эксплуатацию принимается северная часть Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений, это водопропускные сооружения В3, В4, В5, В6 и судопропускное сооружение С2.

Судопропускное сооружение С2 расположено в Северных воротах Невской губы на существующем фарватере и предназначено для пропуска судов речного флота водоизмещением менее 4 тыс. тонн. Судопропускное сооружение С2 является частью судоходного канала, перекрываемого при помощи плоского подъемного затвора с гидроприводом для предотвращения поступления воды в Невскую губу из Финского залива.

Подъемный затвор С2 представляет собой сварную конструкцию прямоугольного сечения, выполненную из листового металла с продольными и поперечными перегородками.

Подъемный затвор может находиться в одном из трех положений:

- положение «открыто» — верх затвора расположен на глубине 5,5 м ниже уровня моря;
- положение «закрыто» — верх затвора расположен на высоте 6 м выше уровня моря;
- «ремонтное положение» — верх затвора расположен на высоте 16,8 м выше уровня моря.

В положении «открыто» затвор расположен в нише бетонного основания судопропускного сооружения С2.

При появлении угрозы наводнения затвор поднимается по направляющим устоев вверх при помощи четырех гидравлических цилиндров, по два с каждой стороны затвора, после

чего затвор устанавливается на подхваты в положение «закрыто» и перегораживает русло судопропускного сооружения С2.

В «ремонтном положении» затвор находится над водой, и имеется возможность выполнять техническое обслуживание и ремонт как самого затвора, так и гидравлических цилиндров.

Длина затвора составляет 115 м, высота 13,6 м и ширина 10 м.

Общая масса затвора — 3266 т, масса подъемной части — 2376 т.

В настоящее время судопропускное сооружение С2 готово к эксплуатации.

В ходе строительства этого сложного механизма одним из наиболее важных этапов было осуществление подъема затвора массой 2376 т на высоту более 22 м, с бетонного дна основания на отметке –18,900 м в ремонтное положение на отметку +4,270 м, и фиксации в этом положении на неопределенное время.

Подъем затвора без заполнения водой сооружений необходимо было выполнить для проведения его испытаний и проверки работоспособности опорно-ходовых конструкций.

Штатные гидроцилиндры механизма подъема в это время находились в процессе изготовления, и ожидание их готовности ставило под угрозу соблюдение сроков строительства.

Для осуществления подъема затвора было принято решение использовать гидравлические подъемники с подъемными пучками из высокопрочной проволоки.

Впервые в транспортном строительстве при подъеме затвора была применена технология *Heavy lifting*.

Проект подъема затвора был выполнен ЗАО «Институт Гипростроймост Санкт-Петербург».

К работе по подъему была привлечена фирма VSL (Швейцария), имеющая данное оборудование и большой опыт работ по подъему тяжелых конструкций, которая хорошо зарекомендовала себя



Судопропускное сооружение С2

по совместной работе с российскими мостостроителями на ряде объектов.

Подъем затвора осуществлялся гидравлическими подъемниками, установленными на подъемных балках и опорных рамах, расположенных на устоях, с помощью высокопрочных подъемных прядей, которые соединялись через строповочные устройства с концами затвора.

Для подъема затвора были изготовлены и смонтированы на забетонированных устоях на отметке +16,000 м две подъемные балки, четыре опорные рамы, восемь опорных балок и четыре подкоса, общий вес которых составил около 133 тонн.

На каждую подъемную балку на отметке +21,150 были установлены гидравлические подъемники и насосные станции.

Для обслуживания гидравлических подъемников и насосных станций на подъемных балках располагались площадки с лестницами.

На каждом из устоев на подъемную балку было установлено по шесть гидравлических подъемников SLU 330/220F грузоподъемностью 330 тонн каждый, которые с помощью подъемных пучков и строповочных устройств были соединены с концами затвора.

Гидравлический подъемник состоит из полого гидравлического домкрата двойного действия, оснащенного верхним и нижним клиновыми захватами, и подъемного элемента (пучок из прядей высокопрочной проволоки), проходящего через гидравлический домкрат и оснащенного нижним глухим анкером.

Гидравлические подъемники были оснащены подъемными пучками из 27 высокопрочных прядей диаметром 15,7 мм каждая.

Все домкраты гидравлических подъемников были объединены в единую систему с компьютерным управлением, обеспечивающую их синхронную работу, с контролем рабочей нагрузки и пространственного положения поднимаемого затвора.

В июне 2007 года затвор массой 2376 тонн был приподнят с помощью гидравлических подъемников на 100 мм и испытан на расчетные нагрузки.

Затем затвор был поднят на высоту 22,2 м в течение 12 часов. В процессе подъема затвора была проверена работа опорно-ходовых конструкций.

Затвор, поднятый на требуемую отметку в «ремонтное положение», был закреплен на устоях с помощью штатных подхватов г/п 1350 т.

После подъема затвора используемое подъемное оборудование было демонтировано, а затвор находился в данном положении до поставки гидроцилиндров и их монтажа на штатное место.

Технология подъема затвора с использованием гидравлических подъемников с подъемными пучками из высокопрочной проволоки осуществлена впервые в практике строительства судопропускных сооружений в России.

После проведения необходимых заключительных строительно-монтажных и наладочных работ механизма подъема затвор был переведен в рабочее положение.



Установка гидравлических подъемников SLU 330/220F с высокопрочными прядями для подъема затвора на одном из устоев



Монтаж затвора в нижнем положении



Затвор в процессе подъема

# СИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СОСТОЯНИЕМ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ КОМПЛЕКСА ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ОТ НАВОДНЕНИЙ



**Василевский А. Г. ,**  
к. т. н., зав. отделом научно-технического  
обеспечения эксплуатации КЗС  
ОАО «ВНИИГ им. Веденеева»

Особенность гидротехнических сооружений КЗС заключается в том, что их нельзя испытать рабочими нагрузками, которые возможны лишь один раз в 10000 лет. Но сооружения должны быть готовы воспринять эти нагрузки в любое время.

В обычных условиях (без наводнений) на сооружения воздействуют атмосферные осадки, штормы, лед в сочетании со снегом и хозяйственная деятельность человека, а также нагрузки во время тренировочных операций. При этом сооружения не испытывают нагрузок от перепада уровней воды, что возможно лишь во время наводнений.

Проверить состояние сооружений нагрузками возможно частично лишь во время наводнений, продолжительность которых, как правило, не превышает 18 часов. Лишь в это время сооружения воспримут частичную расчетную нагрузку, по которой можно судить об их поведении при полной расчетной нагрузке путем сравнения полученных показаний приборов с проектными. Для этого сооружения должны быть оснащены средствами измерений с автоматической регистрацией показаний приборов, т. к. воздействия на сооружения в течение наводнения постоянно изменяются.

С этой целью, в соответствии с нормами СНиП, сооружения должны быть оснащены геодезической и закладной контрольно-измерительной аппаратурой (КИА).

Заложенная в первый период строительства (до 90-х годов) аппаратура практически полностью вышла из строя. Частично сохранилась лишь заложенная в бетонных сооружениях КИА со множеством повреждений кабелей, работоспособность которой нуждается в проверке, т. к. гарантированный срок службы ее не превышает 15 лет.

Геодезическая аппаратура, полностью утерянная во время длительного перерыва в строительстве, в настоящее время восстановлена, и в 2009 году проведен полный цикл наблюдений по ней.

Необходимо отметить, что в настоящее время геодезические наблюдения не могут быть автоматизированы, т. к. имеющиеся системы автоматизированных наблюдений пока не позволяют получить результаты с необходимой точностью.

Комплекс защитных сооружений состоит из шести водопропускных, двух судопропускных (большого С1 и малого С2) сооружений и одиннадцати грунтовых дамб. По гребню сооружений проложена шестиполосная автомагистраль, что делает невозможным полное повреждение сооружений.

Тем не менее от состояния бетонных сооружений (просадки, наклоны, смещения) зависит работоспособность механического оборудования (затворов) из-за возможного заклинивания, отказов приводных механизмов.

Сооружения возведены на слабых мягких грунтах, а поэтому подвержены осадкам. Кроме того, эти грунты имеют различную несущую способность, что делает неравномерную осадку весьма вероятной. Во избежание больших и неравномерных осадок под отдельными сооружениями (дамба-3) слабый грунт из основания удалялся. Отдельные сооружения построены на свайных основаниях. Так, например, в основание южной части автодорожного тоннеля заложено более 2000 свай глубиной 22 м.

Недопустимость больших осадок и смещений сооружений определяется еще и тем, что по гребню сооружений проложена автомобильная дорога международного класса, по которой будут проходить тысячи автомобилей в сутки.

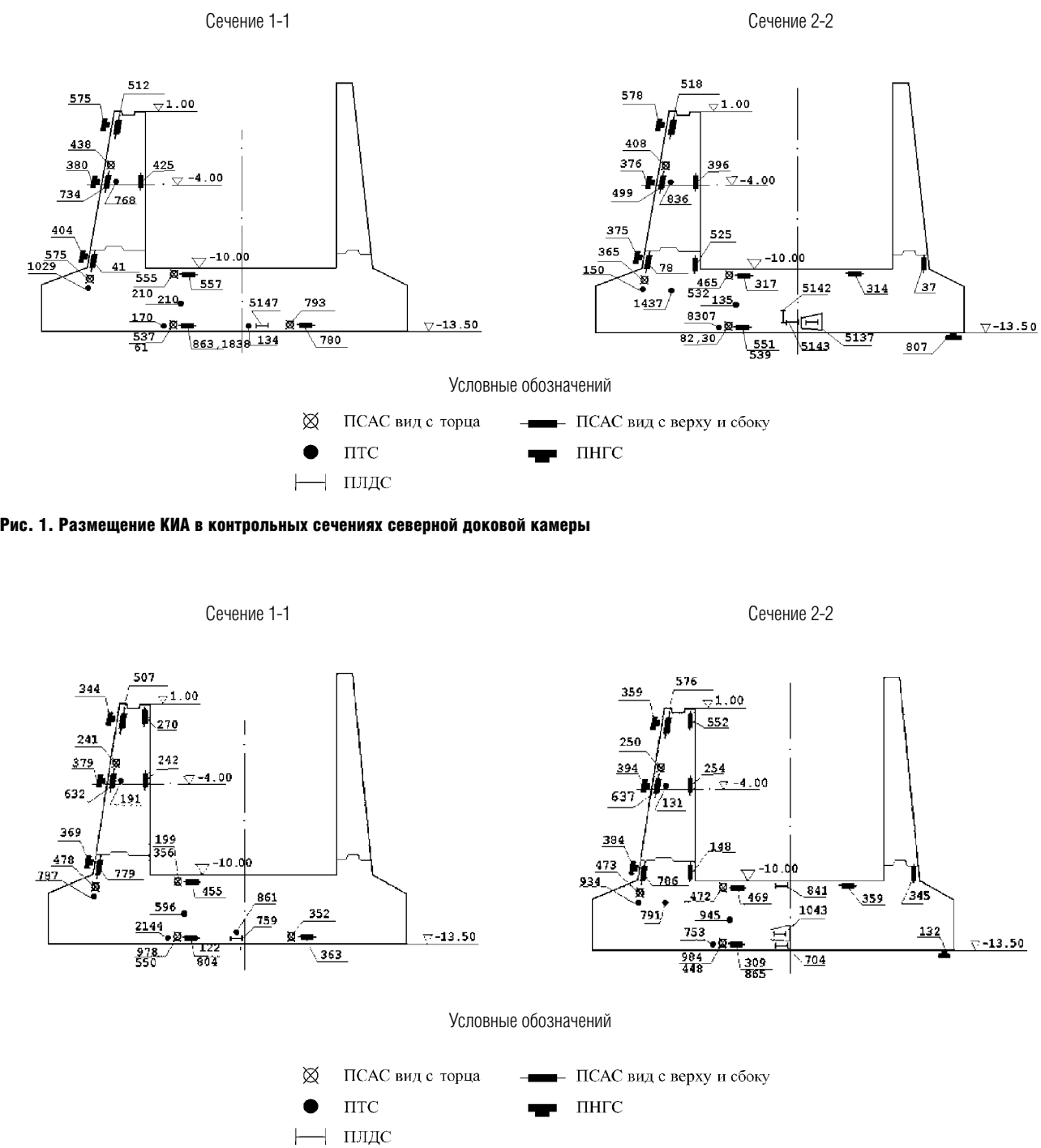
Динамическое воздействие от автомобильного транспорта, как показывает опыт эксплуатации подобных сооружений, приводит к осадкам сооружений, в результате чего потребуются ремонтные работы и возможные ограничения движения автотранспорта.

С учетом выше сказанного, в сооружения в процессе их возведения заложены многочисленные приборы, призванные контролировать их состояние.

По состоянию на сегодняшний день на сооружениях КЗС установлено более 3500 закладных приборов, из них на:

- северных и южных устоях С1 — 350;
- доковых камерах С1 — 108;
- входных секциях доковых камер — 186;
- направляющих подпорных стенах — 121;
- автодорожном тоннеле — 1280;
- судопропускном сооружении С2 — 1000;
- водопропускных сооружениях В1, В2 — более 500;
- В-3 — 336;
- В-4 — 351;
- В-5 — 215;
- В-6 — 112.

Кроме заложенной в бетонные сооружения КИА, на этих сооружениях и дамбах установлено около 1000 реперов и марок.



**Рис. 1. Размещение КИА в контрольных сечениях северной доковой камеры**

**Рис. 2. Размещение КИА в контрольных сечениях южной доковой камеры**

В 2009 году специалистами отдела научно-технического обеспечения эксплуатации КЗС ВНИИГ им. Веденеева была проведена предварительная оценка закладной контрольно-измерительной аппаратуры (КИА).

В результате проделанной работы произведена оценка работоспособности приборов. Примерно 70% заложенной на КЗС КИА находится в работоспособном состоянии. Наихудшее состояние с приборным парком следует отнести к устоям судопропускного сооружения С1, где на сегодняшний день более 50% приборов не доступны к использованию.

На южной части КЗС, где продолжается возведение сооружений, также устанавливается КИА.

Варианты установки приборов продемонстрированы на схемах. На **рис. 1-3** представлены схемы размещения закладных приборов в отдельных секциях сооружений.

С целью автоматизации процессов измерения и обработки полученных результатов в настоящее время разрабатывается информационно-диагностическая система (ИДС) (**рис. 4**), предназначенная для:

- контроля состояния гидротехнических сооружений;
- повышения эффективности их технической эксплуатации и обслуживания;
- своевременного обнаружения и предотвращения возникновения и развития аварийных ситуаций, снижения рисков аварий и непредвиденных расходов;



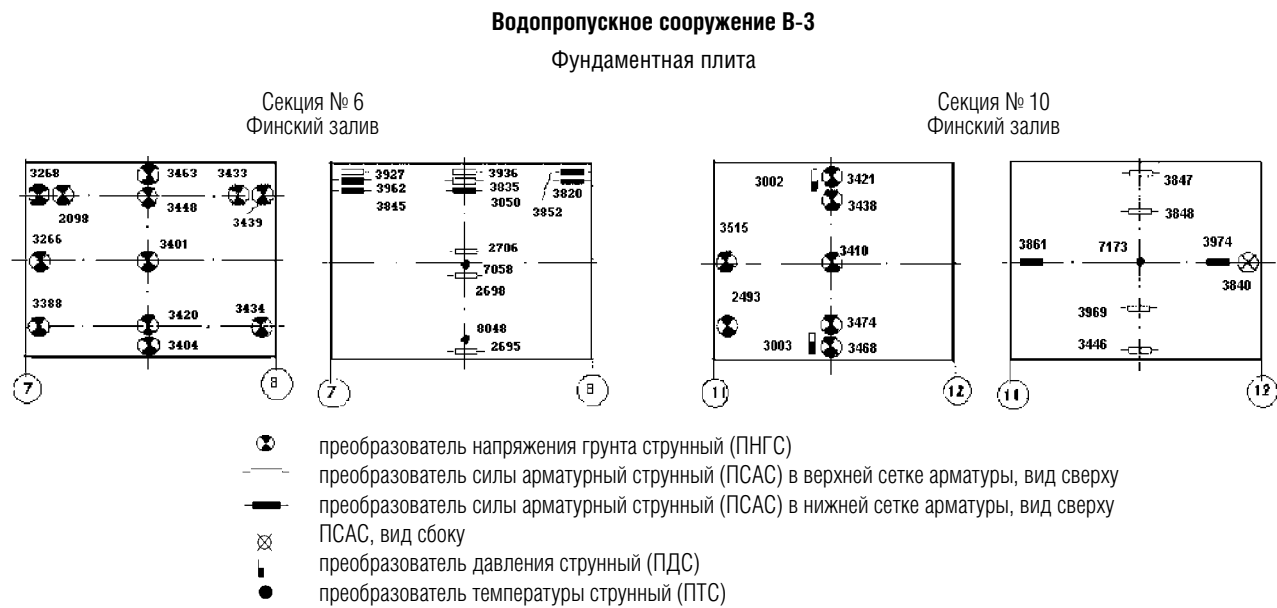


Рис. 3. Схемы расположения КИА в секциях 6 и 10 водопропусного сооружения В-3

- ♦ оптимизации эксплуатационных расходов, обеспечивающих необходимый уровень безопасности;
- ♦ своевременного планирования и подбора вариантов воздействий на базе анализа результатов регулярных инструментальных и визуальных наблюдений, осмотров и обследований зданий и сооружений, освидетельствования оборудования;
- ♦ выдачи сигналов в общую систему автоматизированного управления КЗС для корректировки действий оперативного персонала, в том числе запрета на операции с механическим оборудованием в зависимости от состояния сооружений.

Параметры ИДС, определяющие структуру ввода, форматы представления данных в системе и взаимодействие с пользователями, будут отвечать следующим требованиям:

- ♦ ИДС должна иметь блочную структуру, обеспечивая накопление (в ручном и автоматическом режиме) информации, обработку информации и анализ (диагностику) состояния объектов контроля, а также возможность доработки блоков с включением дополнительных объектов контроля и дополнительных функций;
- ♦ ИДС должна обеспечивать для каждого объекта текущий оперативный контроль безопасности эксплуатации гидротехнических сооружений, а также предоставлять экспертам информацию об организации и техническом состоянии системы контроля безопасности сооружений;
- ♦ состав информации, обрабатываемой ИДС, должен включать данные с результатами визуальных осмотров и обследований, результаты инструментальных и визуальных наблюдений, заключения и рекомендации комиссий по обследованию и освидетельствованию сооружений и оборудования, результатов (выводов) дополнительных исследований и научных исследований, связанных с оценкой состояния сооружений и оснований;
- ♦ система должна быть защищена от несанкционированного доступа и повреждений техногенного и природного характера.

ИДС должна обеспечивать:

- ♦ настройку на объект контроля технического состояния, включая разметку электронных чертежей для

графического отображения результатов обследований, ремонтов и оценок технического состояния объектов;

- ♦ ведение баз данных инструментальных (при ручном и автоматическом вводе результатов измерений) и визуальных наблюдений, сезонных осмотров и освидетельствований комиссиями экспертов, специализированных обследований, ремонтов;
- ♦ ведение технических паспортов;
- ♦ хранение и выдачу паспортных характеристик и справочных данных об основных конструктивных особенностях и условиях работы сооружения, включая принципиальные конструктивные разрезы и планы, геологические, климатические и гидрологические данные створа, сведения о действующей системе контроля безопасности;
- ♦ ведение базы данных подрядных организаций технологий, материалов и специалистов;
- ♦ ведение базы данных технического состояния контролируемых объектов (наличия и расположения дефектов, отклонений от заданных параметров, записей экспертов и персонала, зарисовок и фотографий);
- ♦ формирование справок о стационарных средствах измерения и контроля и их состоянии;
- ♦ осуществление входного контроля и отбраковки результатов наблюдений;
- ♦ сопоставление фактических значений диагностических показателей с критериями безопасности, для оценки состояния сооружений;
- ♦ экспресс-анализ состояния сооружений;
- ♦ оперативную адаптацию к изменениям требований действующих нормативных правовых документов;
- ♦ настройку автоматизированных рабочих мест с разным уровнем доступа к информации;
- ♦ обработку и графическое представление результатов визуальных и инструментальных наблюдений;
- ♦ отбор и поиск информации по задаваемым признакам, в том числе по чертежам и схемам размещения КИА;
- ♦ подготовку и печать отчетной документации;
- ♦ возможность контролировать график проведения регулярных наблюдений за состоянием зданий и сооруже-

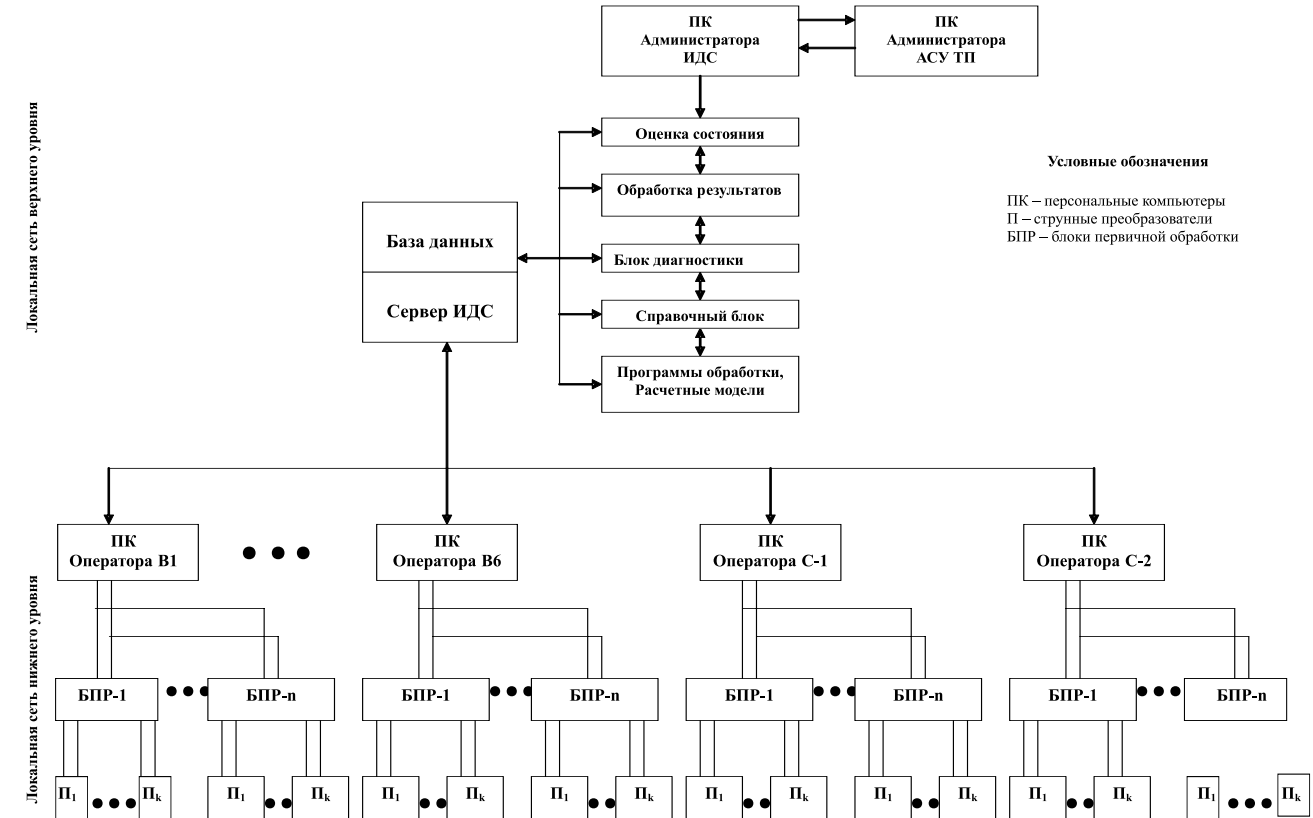


Рис. 4. Структура ИДС

ний, график выполнения мероприятий по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений, текущий и капитальный ремонт зданий и сооружений, механического оборудования, а также предписаний органа государственного надзора за безопасностью гидротехнических сооружений.

При разработке проекта ИДС проводится комплекс работ по следующим направлениям:

- ♦ сбор и анализ исходных данных (в качестве исходных данных используются сведения о составе и показаниях КИА, установленной на сооружениях, а также конструктивные чертежи ГТС);
- ♦ тестирование (проверка работоспособности) датчиков КИА;
- ♦ выбор оптимального количества первичных преобразователей для включения в систему автоматизированного контроля, исходя из требований максимального снижения рисков, связанных с безопасной эксплуатацией ГТС.
- ♦ разработка системы телекоммуникаций, пригодной для конкретной программы наблюдений за состоянием сооружений защитной дамбы;
- ♦ выбор оптимальных элементов электронной аппаратуры для систем телеметрии с оценкой их технических параметров.

В соответствии с типом и составом КИА, установленной на сооружениях защитной дамбы, предлагается разделить объекты контроля на бетонные (шесть водопропускных ворот и два судоходных сооружения) и на грунтовые (одиннадцать дамб).

На бетонных сооружениях будут автоматизированы следующие наблюдения:

- ♦ уровни бьефов;

- ♦ горизонтальные перемещения;
- ♦ давление в грунте на подошве сооружений;
- ♦ взаимные смещения секций, блоков по швам в трехмерном представлении;
- ♦ напряжения, деформации в бетоне и арматуре, перемещения, измеряемые струнными преобразователями;
- ♦ температура бетона и воды.

Телекоммуникационные системы сбора и передачи информации на бетонных сооружениях предусматривают создание на каждом объекте контроля промежуточных пунктов сбора информации по проводным линиям связи и выход на общую систему телекоммуникаций с передачей данных на центральный диспетчерский пульт.

На сегодняшний день промежуточные пункты сбора информации созданы на 80% от полного объема.

В проекте ИДС учитывается возможность получения сведений о состоянии сооружений, полученных иным способом (геодезия, визуальные осмотры, обследования и др.).

Ко вводу в эксплуатацию всего КЗС (2012 год) автоматизированная диагностическая система должна быть полностью готова и проверена в эксплуатации.

В ближайшее время при завершении строительно-монтажных работ необходимо обеспечить доступ к заложенной КИА, завершить работу по монтажу промежуточных устройств сбора информации, определиться в необходимости и объемах восстановления утраченной КИА.

Вопрос этот закономерен, т. к. примерно 20% приборов было установлено для контроля процесса возведения сооружений, например контроля процессов охлаждения бетона при его твердении и схватывании, когда, как известно, выделяется большое количество тепла, способного нарушить монолитность бетона и образовать опасные трещины.

# ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОРТОВЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В НОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ



**Меншиков В. Л.,**  
к. т. н., главный инженер проекта  
ОАО «Союзморниипроект»

После приватизации объектов инфраструктуры в морских портах в 90-х годах прошлого века возникли новые экономические условия эксплуатации гидротехнических сооружений. Цель предпринимательства — извлечение прибыли — входила в противоречие с необходимостью соблюдать правила технической эксплуатации сооружений. Произошла смена кадров. Прежние правила технической эксплуатации устарели. В результате экономических преобразований и появления новых законов и законодательных актов возникли новые отношения между исполнителями, осуществляющими техническую эксплуатацию в порту, и остальными участниками эксплуатации сооружений.

В то время физический износ почти половины эксплуатируемых в портах гидротехнических сооружений превышал предельно допустимые значения или был близок к ним. Для восстановления сооружений и их безаварийной эксплуатации в условиях арендных отношений была создана новая система их технического контроля, регламентированная разработанным «Союзморниипроект» ведомственным руководящим документом «Положение об организации технического контроля гидротехнических сооружений морского транспорта» РД 31.3.4-97 [1].

Суть и новизна этой системы заключались в том, что пользователи сооружений были обязаны подтверждать соответствие эксплуатируемых сооружений установленным требованиям заключением независимой экспертной организации, устранить выявленные дефекты, декларировать соответствие и свою готовность к эксплуатации сооружения и получить на это соответствующее разрешение.

С 1994 по 2003 годы разрешения выдавались администрациями морских портов, затем Ространснадзором, а с 2007 года разрешительный характер декларирования был заменен уведомительным.

Как известно, целью технической эксплуатации является поддержание и восстановление работоспособности сооружения в период эксплуатации, восстановление его ресурса. Цель достигается путем технического обслуживания и ремонта, в основе которых лежит технический контроль сооружения. Эти операции, выполняемые по установленным правилам, в совокупности с объектами эксплуатации и исполнителями образуют систему технической эксплуатации.

Нарушение связей системы приводит к финансовым потерям, непредвиденным ремонтам, аварийным ситуациям, вы-

зывающим остановку эксплуатации, а в отдельных случаях — к возникновению чрезвычайных ситуаций.

Гидротехнические сооружения морских портов относятся к объектам повышенного уровня ответственности. Они выделены в категорию «особо опасных, технически сложных и уникальных объектов» [2]. К строительству и эксплуатации таких объектов предъявляются особые требования — проводится государственная экспертиза проектной документации и установлен особый порядок получения разрешений на выполнение работ и ввод объектов в эксплуатацию. Но строительство и эксплуатация портовых сооружений осуществляются в иных, более сложных, отличных от условий эксплуатации других объектов этой категории, а именно:

- ♦ большая часть сооружений находится под водой, что усложняет проведение всех операций технической эксплуатации и способствуют быстрому развитию дефектов;
- ♦ культура выполнения строительных работ в портовой гидротехнике и эксплуатация сооружений оставляют желать лучшего.

С 1994 года «Союзморниипроект» ведет Реестр гидротехнических сооружений морского транспорта, в котором фиксируется информация об изменении технического состояния всех причальных сооружений морских портов. Анализ этой информации позволяет утверждать, что в процессе эксплуатации причалы в морских портах подвергаются особому, прогрессирующему, нарастающему скачкообразно износу.

Выделены следующие характерные для этого износа особенности и закономерности их проявления:

- ♦ Дефекты на конструктивных элементах портовых гидротехнических сооружений возникают и развиваются не по причине нормативного нарастания износа, а вследствие ошибок исполнителей, участвующих в создании и (или) эксплуатации сооружения на стадии изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации, ремонта. Появление этих ошибок и дефектов носит случайный характер и зависит от вероятности проявления некомпетентности исполнителя. Закономерно лишь то, что такие ошибки в практике портового гидротехнического строительства и эксплуатации возникают обязательно.
- ♦ Проявляющиеся в результате ошибок дефекты своевременно не выявляются и не устраняются. Авторский и технический надзор при строительстве и ремонтах



сооружений выполняются формально. В эксплуатацию сдаются и принимаются сооружения с «незамеченными» значительными дефектами, которые развиваются и «неожиданно» превращаются в критические, приводят сооружения в предельное состояние, завершаясь восстановительным или капитальным ремонтом.

- ♦ Технический надзор пользователей за состоянием и режимом эксплуатации сооружений также малоэффективен в силу их незаинтересованности выявлять дефекты и объявлять их наличие, что особенно характерно для объектов, эксплуатируемых в условиях аренды. Необходимость устранения дефектов связана с остановками сооружения и значительными непредвиденными затратами. Обычной является практика эксплуатации сооружений со значительными и даже критическими дефектами.

В морских портах, как правило, проводятся не комплексные плановые, а выборочные ремонты с целью устранения выявленных на отдельных конструкциях дефектов. По указанным причинам на большей части эксплуатируемых сооружений комплексный капитальный ремонт не проводился никогда.

При нарушении сроков проведения ремонтных работ их стоимость возрастает не пропорционально времени задержки ремонта, а с существенным превышением, достигая и превышая восстановительную стоимость при двойном превышении срока задержки ремонта. Часто в таких случаях цель капитального ремонта (полное восстановление ресурса) не достигается, и требуется проведение последующих профилактических или восстановительных ремонтов для поддержания работоспособности сооружения.

Для защиты гидротехнических сооружений в морских портах от прогрессирующего износа в сложившихся экономических условиях необходимо обеспечить безусловное выполнение установленных правил их технической эксплуатации. Это возможно, если решить следующие задачи:

1. Принять легитимный руководящий документ — технический регламент, законодательно устанавливающий право-

вые нормы и требования к эксплуатации портовых гидротехнических сооружений.

2. Откорректировать и издать новые правила технической эксплуатации сооружений.

3. Переработать документы отраслевой нормативной базы по проектированию, строительству и эксплуатации портовых гидротехнических сооружений в соответствии с требованиями федерального закона «О техническом регулировании» [3].

4. Повысить квалификацию и ответственность исполнителей, принимающих участие на всех стадиях жизненного цикла сооружения путем саморегулирования и технического регулирования.

5. Повысить эффективность работы контрольных и надзорных органов с целью своевременного выявления и устранения выявленных дефектов сооружений.

Рассмотрим возможности решения этих задач с учетом серьезных изменений в законодательной базе и механизме государственного управления в морских портах.

**Задача 1.** В соответствии с федеральным законом «О техническом регулировании» [3] все действующие в отрасли правовые нормы технического регулирования становятся необязательными к исполнению, если они не подтверждены принятыми в установленном порядке техническими регламентами. Постановлением Правительства РФ от 06 ноября 2004 г. утверждена Программа разработки технических регламентов, в которой предусмотрено принятие специального технического регламента «О безопасности морского транспорта и связанной с ним инфраструктуры». В настоящее время разработка этого документа завершена, и проект технического регламента передается в правительство для его утверждения.

В феврале 2008 года приказом министра по указанию Минюста РФ был отменен РД 31.3.4-97 «Положение об организации технического контроля гидротехнических сооружений морского транспорта» — основной документ, регламентировавший 15 лет порядок обязательного подтверждения соответствия сооружений установленным требованиям. Причина формальная — отсутствие регистрации документа в Минюсте РФ.





Чтобы сохранить основную идею отмененного документа до принятия отраслевого технического регламента, были созданы и приняты стандарты организаций СтП РМП 31.01-2007 «Положение о техническом контроле гидротехнических сооружений, закрепленных за ФГУП «Росморпорт» на праве хозяйственного ведения» [6] и СТО 318.3.04-2009 «Положение о техническом контроле портовых гидротехнических сооружений» [7]. Указанные стандарты содержат основные требования РД 31.3.4-97, но, в отличие от последнего, являются легитимными документами.

В них повторена форма обязательного подтверждения пользователями соответствия сооружений установленным требованиям по схеме декларирования с участием третьей стороны. Пока они применяются в добровольно-принудительном порядке. Указанные стандарты используются на добровольной основе как надежный способ избежать непонятных проверок со стороны контрольных и надзорных органов, а принудительно — потому что администрации морских портов и Ространснадзор, контролирующие исправность сооружений, сами предлагают пользователям применять именно эту схему подтверждения их соответствия как признанную и внедренную в отрасли с 1994 г.

Надеемся, что этот порядок не будет меняться до принятия технического регламента, в котором он будет утвержден законодательно.

**Задачи 2 и 3.** Действующие «Правила технической эксплуатации портовых сооружений и акваторий» РД 31.35.10-86 [4] устарели, но пока не отменены и используются сейчас скорее как справочный материал, а не как правила для выполнения необходимых обязательных действий.

Восемь лет назад «Ленморниипроект» была предпринята неудачная попытка переработки этих правил. Предполагалось объединить в одном документе правовые и технологические вопросы технической эксплуатации. После принятия федерального закона «О техническом регулировании» подобная задача тем более не может быть решена успешно. Возможно, более удачными будут попытки разработать своды правил отдельно для различных видов сооружений. Вопрос можно будет решить после принятия отраслевого технического регламента при переработке и приведении в соответствие с регламентом документов отраслевой нормативной базы.

**Задача 4.** Для повышения квалификации и ответственности исполнителей приняты федеральные законы «О саморегулируемых организациях» [5] и «Градостроительный кодекс РФ» [2]. Этими законами государство снимает с себя ответственность проверять и подтверждать квалификацию исполнителей в области изысканий, проектирования и строительства путем лицензирования и переносит ее на самих исполнителей.

Для повышения качества экспертиз сооружений федеральным законом «О техническом регулировании» и соответствующими национальными стандартами предусмотрен порядок аккредитации экспертных организаций уполномоченными федеральными органами в качестве органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров). С принятием нового технического регламента отраслевым экспертным организациям предстоит пройти сложный путь превращения в эти органы, приведения себя в соответствие с требованиями вышеуказанных документов.

**Задача 5.** Контроль и надзор в морских портах за портовыми гидротехническими сооружениями осуществляют администрации морских портов и территориальные органы Ространснадзора. Действуя в соответствии с установленными полномочиями, они регулируют эксплуатацию сооружений, запрещая использовать неисправные (капитан порта), либо требуя выполнения установленных правил с помощью предписаний (инспекторы Ространснадзора). Выполняя эти функции, они используют документы, выдаваемые пользователям сооружений экспертными организациями, в которых обозначены выявленные подлежащие устранению дефекты сооружений, виды и сроки выполнения ремонтных работ.

Эта схема работает, но пока, до принятия регламента, задача деклараций о годности сооружений к эксплуатации носит уведомительный характер, и содержащаяся там информация используется при инспектировании сооружений как справочный материал, а не строго обязательные к безусловному исполнению указания. Видимо поэтому довольно часто при очередных освидетельствованиях сооружений экспертными организациями повторяются в извещениях указания о необходимости выполнения ремонтных работ, которые пользователями игнорируются, на что контрольные и надзорные органы не всегда реагируют необходимым образом.

С учетом изложенного, необходимо отметить чрезвычайную актуальность срочного принятия правительством РФ подготовленного технического регламента «Безопасность морского транспорта и связанной с ним инфраструктуры». Работа над ним продолжалась 5 лет, и, хотелось бы надеяться, что она в ближайшее время успешно завершится.

С принятием указанного регламента отраслевыми организациями предстоит серьезная работа по приведению руководящих документов и собственных структур в соответствие с его требованиями. В этой работе и сам регламент, видимо, пройдет проверку на практике и, возможно, будет корректироваться для улучшения. Желательно, чтобы эта деятельность осуществлялась при активном участии и под внимательным контролем департамента государственной политики в области морского и речного транспорта Минтранса России.

## Список литературы

1. РД 31.3.4-97 Положение об организации технического контроля гидротехнических сооружений морского транспорта.
2. Градостроительный кодекс РФ от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ.
3. Федеральный закон от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
4. РД 31.35.10-86 Правила технической эксплуатации портовых сооружений и акваторий.
5. Федеральный закон от 01.12.2007 г. № 315-ФЗ «О саморегулируемых организациях».
6. СтП РМП 31.01-2007 Положение о техническом контроле гидротехнических сооружений, закрепленных за ФГУП «Росморпорт» на праве хозяйственного ведения.
7. СТО 318.3.04-2009 Положение о техническом контроле портовых гидротехнических сооружений.

## КАРКАС КАК ОСНОВА КАЧЕСТВЕННОЙ ОТБойНОЙ СИСТЕМЫ



**Хенрик Монтал,**  
директор по продажам по Восточной Европе  
компании Trelleborg Marine Systems (Швеция)

Правильно сконструированные отбойные системы способны значительно сократить издержки эксплуатации и повысить КПД отбойного устройства при обеспечении безопасной швартовки. За последние годы на рынке судостроения и портовых операций появилось множество новых трендов, а отбойные системы стали представлять собой более сложные конструкции. В данной статье акцентировано внимание на защитных мерах, которые необходимо своевременно предпринять для обеспечения безопасности, надежности и увеличения срока эксплуатации отбойного устройства.

### Введение

Конечные пользователи отбойных систем давно оценили, насколько качественные конструкции позволяют сократить расходы и увеличить прибыль. Но такая экономическая выгода возможна лишь в том случае, когда все расчеты для конкретного проекта произведены корректно, и в них учтены все необходимые компоненты отбойной системы.

Сейчас, когда резиновые элементы отбойных систем уже близки к оптимуму, внимание разработчиков постепенно фокусируется на стальных панелях или каркасах.

Покупатели обычно полагаются на «подходящие» проекты, которые им предлагают компании, занимающиеся отбойными системами. Однако большинство из этих компаний являются фактически обычными производителями резины. Возникает закономерный вопрос: достаточно ли они квалифицированы для проектирования каркасной конструкции с высокими требованиями безопасности?

### Зачем используют отбойный каркас?

Ранее отбойники имели более простую конструкцию и выполняли функцию мягкой прокладки между судном и берегом. Но в случае с крупными суднами, площадь соприкосновения которых больше и разворот на 180° происходит быстрее, риск серьезного удара при швартовке более высок. Экономические, эксплуатационные и защитные последствия из-за поврежденного каркаса могут быть очень серьезными.

Сегодня каждый компонент отбойной системы выполняет свою особую функцию, а вместе они составляют про-

ектную мощность всего устройства в целом. Пожалуй, самая большая нагрузка в отбойной системе приходится не на резиновый элемент, а на отбойную панель, т. к. она:

- ♦ равномерно распределяет нагрузку на корпус судна и причальное сооружение;
- ♦ является границей-разделителем между различными судовыми конструкциями разного размера и причалом, независимо от величины приливов и угла швартовки;
- ♦ сокращает количество дорогой резины, необходимой для поглощения энергии удара;
- ♦ минимизирует нагрузку на причальную систему, помогает сократить общую стоимость конструирования.

### Что делает отбойный каркас качественным?

Руководствуясь «эмпирическим методом» для сравнения каркасных конструкций, следует рассматривать такие характеристики, как:

#### Общая толщина.

При отсутствии трения лицевых панелей толщина стального каркаса отбойных систем, которые применяются в акваториях с большими приливами и/или окруженных транспортными средствами (паромными судами и т. д.), должна



**Фото 1. Типичная конструкция рамы отбойного устройства с боковым и верхним скошенным краем**





Фото 2. Отбойные устройства с металлическим каркасом



Фото 3. Правильно спроектированные точки подъема



Фото 4. Вариант защиты угла причала

составлять 25–30% от толщины слоя резины. Если отбойники используются в зонах небольших приливных колебаний, толщина должна составлять 20–25% от толщины слоя резины.

#### Общий вес.

При отсутствии трения лицевых панелей самый легкий каркас не должен весить более 200 кг/м<sup>2</sup>. Для больших сверхпрочных систем нормальный вес каркаса должен составлять 300–400 кг/м<sup>2</sup>.

#### Давление корпуса.

Давление корпуса нужно рассчитывать на общей площади плоской поверхности лицевой панели, исключая скосы и заходные фаски. Следует помнить, что если лицевая панель наклоняется во время швартовки (к примеру, во время неожиданного удара), то она может оказывать на корпус линейную нагрузку, а не квазиравномерное давление. Будет ли это иметь пагубные последствия для корпуса судна? Рассчитана ли панель на то, чтобы выдерживать прилагаемые к внутренним деталям большие местные дробящие усилия, которые могут повлечь за собой линейные нагрузки?

#### Толщина стали.

Стальная пластина для передних и задних панелей, внутренних рам и других деталей необходима для прочности отбойного каркаса.

Руководство по минимизации толщины стальных пластин:

- 12 мм — для секций, подвергающихся воздействию морской воды по обеим сторонам (например, на открытой панельной конструкции);
- 10 мм — для секций, подвергающихся воздействию морской воды лицевой стороной (например, передняя или задняя сторона на «закрытой» панельной конструкции);
- 8 мм — для секций, не подвергающихся воздействию морской воды (например, внутренние части «закрытой» панельной конструкции).

#### Покраска и защита от коррозии.

Отбойные каркасы постоянно находятся в коррозионной среде, и неправильный способ окраски может существенно сократить срок эксплуатации. На сегодняшний день чаще всего используют краску на основе эпоксидной и угольной эпоксидной смолы. Толщина краски почти всегда превышает

350 микрон и обычно составляет 450 микрон. При следовании этим рекомендациям следующая покраска будет необходима через 10–20 лет.

#### Свойства каркасов.

Определяются следующими параметрами:

- ♦ есть ли на каркасе фаски на входной кромке;
- ♦ достаточно ли на каркасе точек подъема для всех этапов транспортировки и установки;
- ♦ какой марки и толщины используется РЕ панели. Каков допустимый износ;
- ♦ проверен ли каркас на отсутствие протечек.

#### Квалификация конструктора.

Проектирование несущей стальной конструкции должен выполнять высококвалифицированный специалист, в идеале — дипломированный инженер. Аналогичным требованиям должны отвечать производители стальных каркасов.



Фото 5. Отбойное устройство двойного действия Trelleborg (Швеция)

## Проектирование каркаса отбойной системы

Проектирование каркаса отбойной системы — сложнейшая задача. Одним из главных требований для поглощающих энергию частей системы является учет экстремальных ситуаций и способность выдерживать воздействие на структурную целостность отбойной конструкции.

В зависимости от типа корабля, места стоянки и многих других факторов каркас будет подвергаться комплексному воздействию, включая сдвиги, искривления, а также локальное выгибание. В некоторых случаях нагрузки будут ложиться на лицевую панель каркаса и оказывать на нее давление, в других случаях нагрузки будут приходиться на заднюю панель каркаса и оказывать на нее давление. Эти два фактора влияют на внутреннюю структуру каркаса (количество ребер жесткости, размер ячейки) и на оптимальные толщины лицевого и заднего листов. Размер и качество сварных швов также очень важны для безопасного распределения нагрузок внутри каркаса.

## Выводы

Каркасы, которые плохо спроектированы и выполнены из материалов низкого качества, значительно снижают уровень безопасности, надежности и срок эксплуатации всей отбойной системы. Если конечный пользователь хочет снизить полную стоимость своей отбойной системы, важно тщательно продумать при разработке технических параметров функциональность, уровень безопасности и простоту в обслуживании. Существует заблуждение, что производитель отбойных

устройств может самостоятельно спроектировать каркас отбойной системы, но такое случается довольно редко. Конечно, потребителю стоит позаботиться о дополнительной гарантии, такой как, например, независимая экспертиза соответствующей организации, которая производит страхование от убытков в ходе профессиональной деятельности.

ООО «Кронштадт» занимается поставками отбойных устройств для всех видов причалов. В декабре 2009 года компания начала поставку Морскому пассажирскому порту «Морской фасад» (Санкт-Петербург) 19 современных отбойных систем ведущего мирового производителя — компании Trelleborg (Швеция).

Строительство Морского пассажирского терминала в Петербурге началось в 2006 году и осуществляется в три очереди. В рамках первой очереди в эксплуатацию были введены два причала, здание круизного терминала с сопутствующими береговыми сооружениями, и уже в сентябре 2008 года порт принял первое судно.

На данный момент идет строительство третьей очереди, сдача которой планируется в 2010 году. Порт способен принимать круизные и паромные суда длиной до 311 метров и осадкой до 9 метров. Длина новых подходов каналов — 10 км, глубина подходов каналов и акватории по проекту — 11 метров. Общее количество причалов — 7, длина причальной стенки — 2108 м.

Отбойные устройства, поставляемые ООО «Кронштадт», обеспечат надежную защиту причальному сооружению Морского пассажирского порта «Морской фасад» и корпусам судов от повреждений при швартовке.



## ОТБОЙНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВСЕХ ВИДОВ ПРИЧАЛОВ

а также  
**ГАКИ ■**  
**ШВАРТОВЫЕ ТУМБЫ ■**  
**КОМПЛЕКСНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ШВАРТОВКИ ■**  
**ГРУЗОВЫЕ ШЛАНГИ ■**

199178, Санкт-Петербург, 3-я линия В.О., дом 62, лит. А, Бизнес-центр B&D  
 тел.: +7 (812) 441-29-99, факс: +7 (812) 710-76-97




г. Приморск

**Trelleborg Marine Systems** — часть направления Trelleborg Engineered Systems, которая специализируется в области безопасного причаливания и швартовки судов

**(812) 441-29-99**




Официальный партнер  
Trelleborg Marine Systems в России

**kronshtadt@kron.spb.ru**  
**www.kron.spb.ru**



ОСНОВНЫЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ  
ГЛУБОКОВОДНОГО ПРИЧАЛА 1А В ПОРТУ ТУАПСЕ



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

С целью решения государственных задач по развитию морских терминалов, повышению их пропускной способности нефтяной компанией ОАО «НК «Роснефть» ведется реализация проекта строительства нового причального комплекса 1А для перевалки светлых и темных нефтепродуктов в порту Туапсе.

На сегодняшний день общий грузооборот порта Туапсе составляет свыше 20 млн т грузов в год. Более половины от указанных объемов (10,5 млн т) приходится на перевалку нефтепродуктов, оператором указанной услуги является ООО «РН-Туапсенефтепродукт» — дочернее предприятие ОАО «НК «Роснефть».

Для достижения пропускной способности по перевалке нефтепродуктов через порт Туапсе до уровня 17 млн т в год необходимо выполнить строительство глубоководного причала 1А. Реализация данного инвестиционного проекта выполняется в настоящее время.

Гидротехнические решения нового глубоководного причала 1А для перегрузки темных и светлых нефтепродуктов в порту Туапсе принимались с учетом:

- ♦ сохранения существующих вариантов судоходства и морских стоянок;
- ♦ соответствия гидротехнических сооружений требованиям нормативной документации и техническим задачам, в рамках терминала «Туапсенефтепродукт», и общего развития порта Туапсе.

Порт Туапсе состоит из двух частей, разделенных Широким молом.

От волнения порт Туапсе защищен Западным и Южным молами, Юго-Западным и Юго-Восточным (Первомайским) волноломами.

Гидротехнические сооружения комплекса глубоководного причала располагаются между существующими Южным молотом и Юго-Восточным (Первомайским) волноломом, акватория проектируемого причала примыкает к существующему подходному каналу.

Южный мол возведен в 1913–1917 годах, капитальный ремонт произведен в 1968 году. Основное тело выполнено из массивов-гигантов, верхняя надстройка и парапеты из монолитного железобетона.

Юго-Восточный (Первомайский) волнолом построен в 1930 году. Проектная отметка волнолома +4,3 м, отметка



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

головы волнолома +6,0 м, длина волнолома 408 м. Конструкция — наброска из 25–40-тонных бетонных массивов. В настоящее время головная часть из массива-гиганта полностью разрушена. Массивы из тела волнолома разбросаны на расстоянии до 75 м от сооружения.

При таком расположении причальные сооружения максимально защищены от преобладающего волнения с юго-западного, южного, юго-восточного направлений Первомайским волноломом, с востока, севера и северо-запада — берегом и оградительными молами порта — и открыты только для волн западного направления.

В соответствии с технологическими требованиями проектируемые гидротехнические сооружения причального комплекса предназначены обеспечить:

- ♦ безопасный проход расчетных судов на акваторию объекта и их маневрирование при подходе (отходе) к причалу (от причала);
- ♦ швартовку, стоянку и обработку расчетных судов у причалов.

В состав ГТС глубоководного причального комплекса 1А входят:

- ♦ причал 1а;
- ♦ причал 1б;
- ♦ морская соединительная эстакада;
- ♦ берегозащита в виде волногасящей дамбы;
- ♦ берегоукрепление вновь возводимой территории;
- ♦ оградящие палы Первомайского волнолома;
- ♦ Юго-Восточный (Первомайский) волнолом (реконструкция и удлинение).

В соответствии с положениями СНиП 33-01-2003 гидротехнические сооружения комплекса относятся к II классу капитальности (по величине проектного грузооборота, табл. Б.2).

Расчетная сейсмичность площадки строительства причала принята в соответствии с требованиями СНиП П-7-81\* и составляет 9 баллов.

Причал нефтепродуктов 1а предназначен для приема танкеров дедвейтом от 40 тыс. т до 80 тыс. т, причал нефтепродуктов 1б — для приема танкеров дедвейтом от 20 тыс. т до 30 тыс. т и бункеровки судов.

Причалы 1а и 1б принято решение расположить линейно, в виде одностороннего пирса, ориентированного параллельно Юго-Восточному (Первомайскому) волнолому.

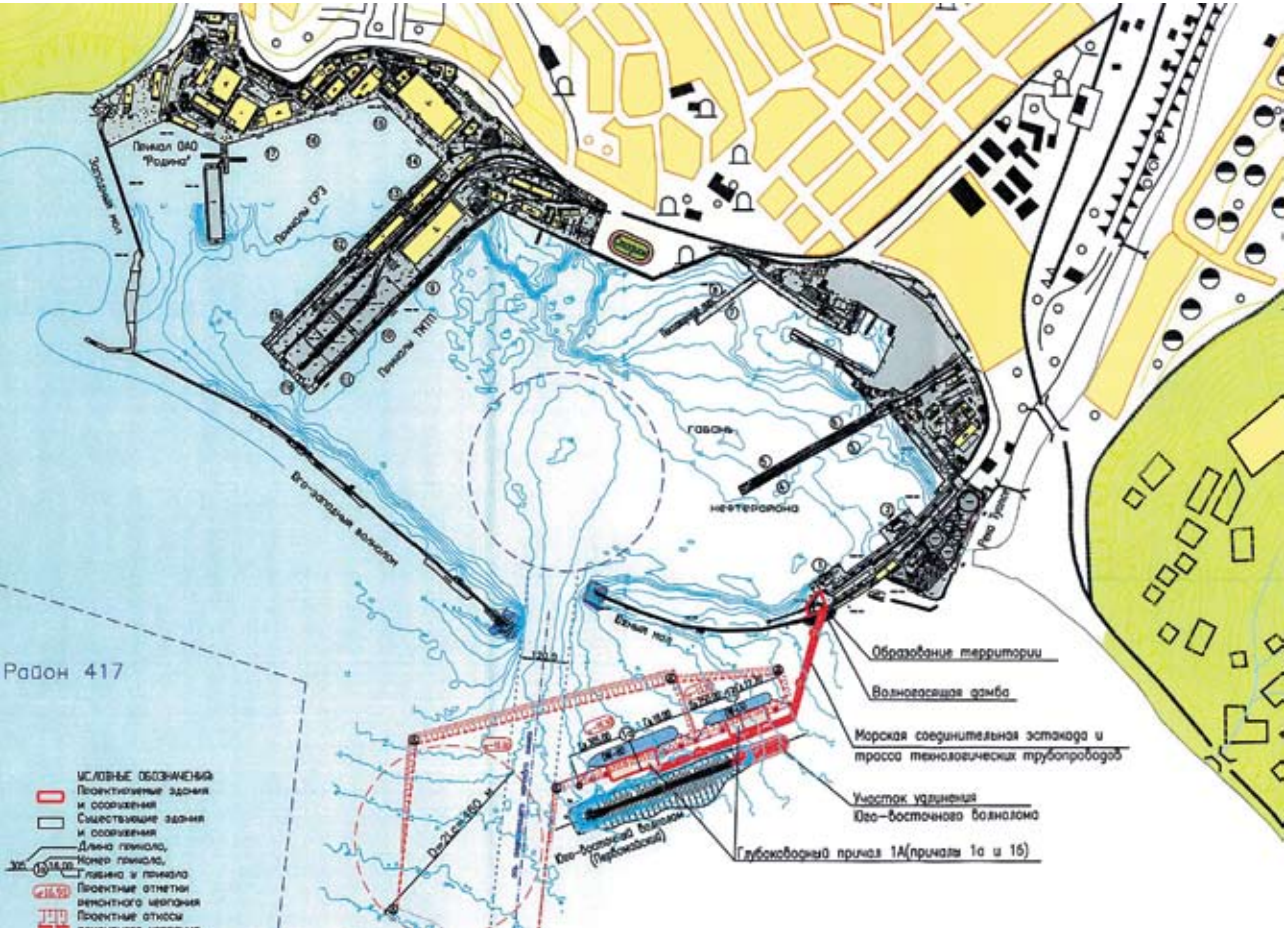


Рис. 1. План расположения комплекса глубоководного причала 1А

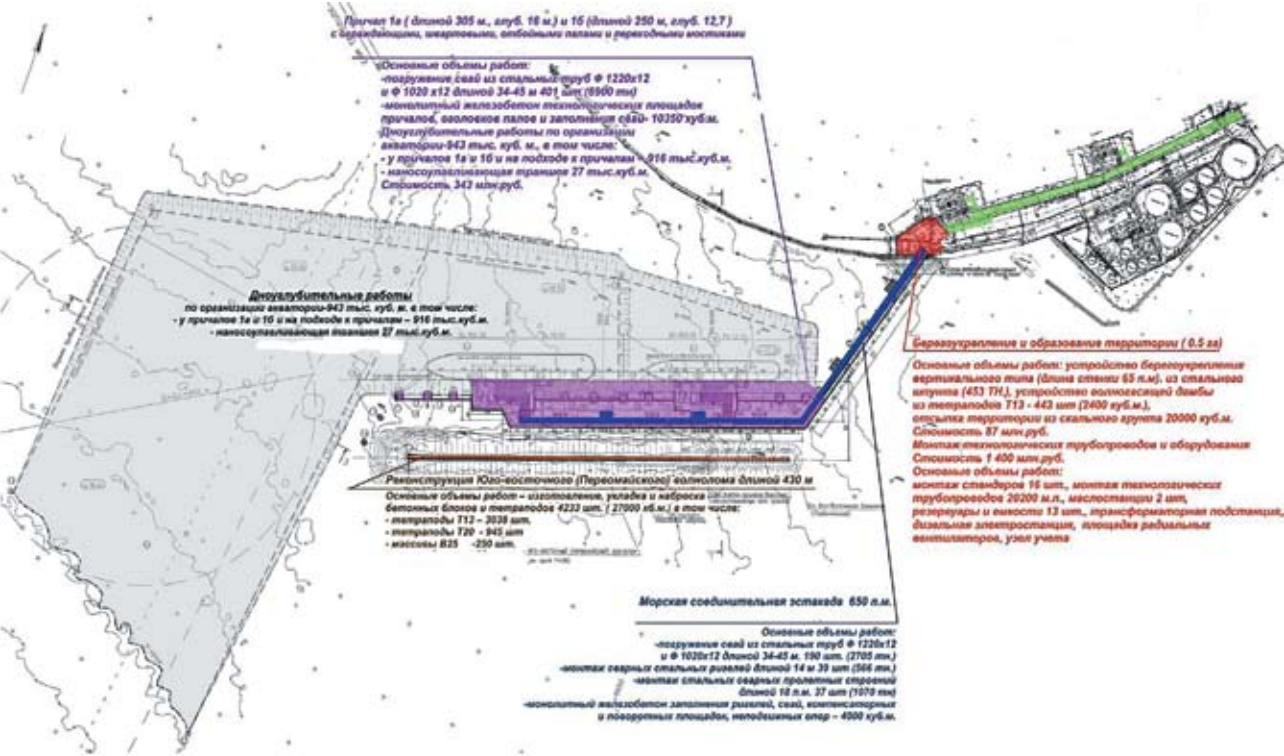


Рис. 2. Гидротехнические сооружения комплекса глубоководного причала 1А



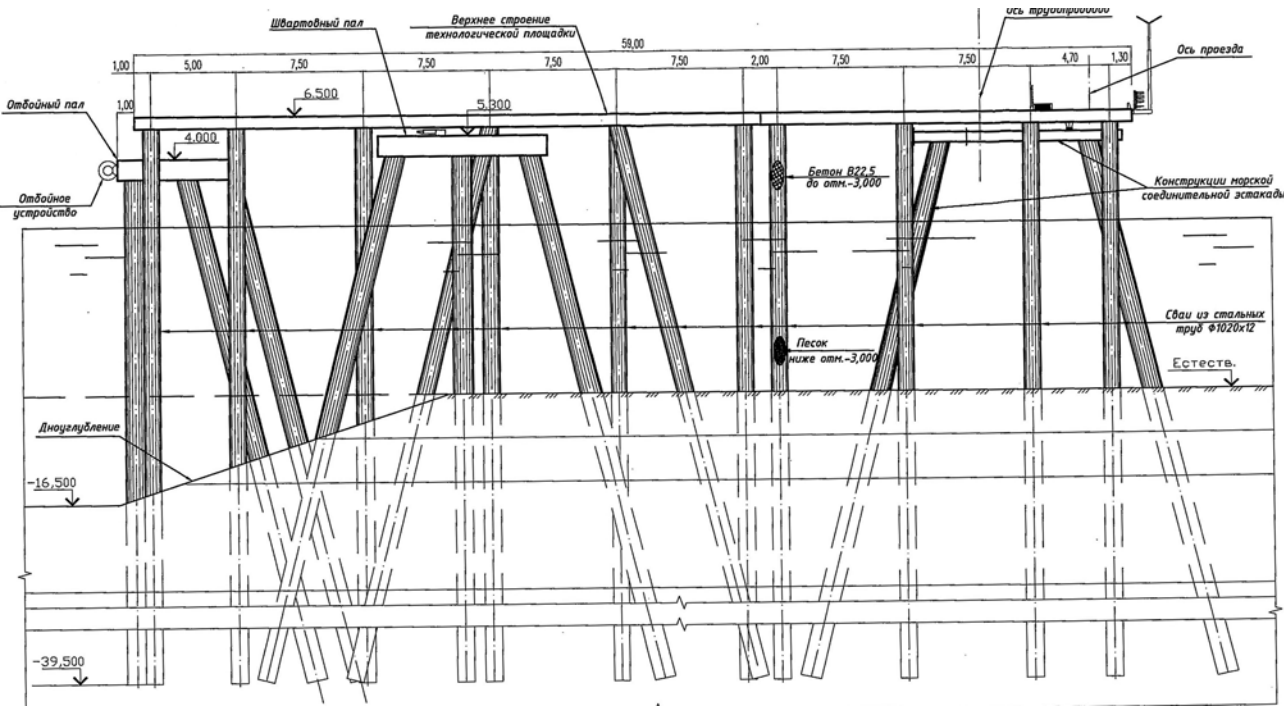


Рис. 3. Конструктивный разрез причала 1а

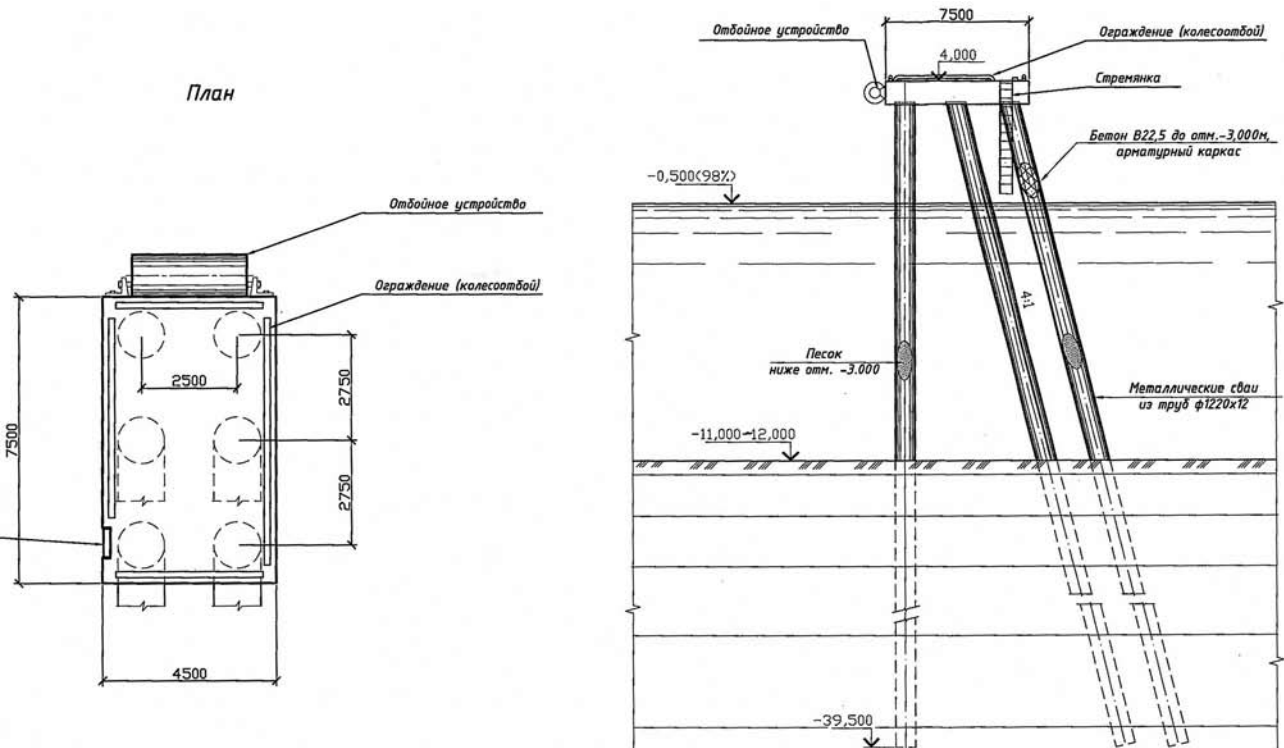


Рис. 4. Конструктивный разрез отбойного пала

Линию кордона причалов решено расположить на расстоянии 100 м от оси Первомайского волнолома, что обеспечит устойчивость конструкций Первомайского волнолома и Южного мола при создании операционной акватории у причалов и акватории на подходах к причалам.

При таком расположении причалов ширина бассейна, образованного между Южным молотом и проектируемыми при-

чалами, будет изменяться от 160 м корневой части (причала 1б) до 390 м — на выходе из бассейна (у оконечности причала 1а).

Конструкция причалов 1а и 1б паловая, состоящая из технологической площадки, отбойных и швартовых пал, соединенных между собой и с технологическими площадками металлическими пешеходными мостиками.

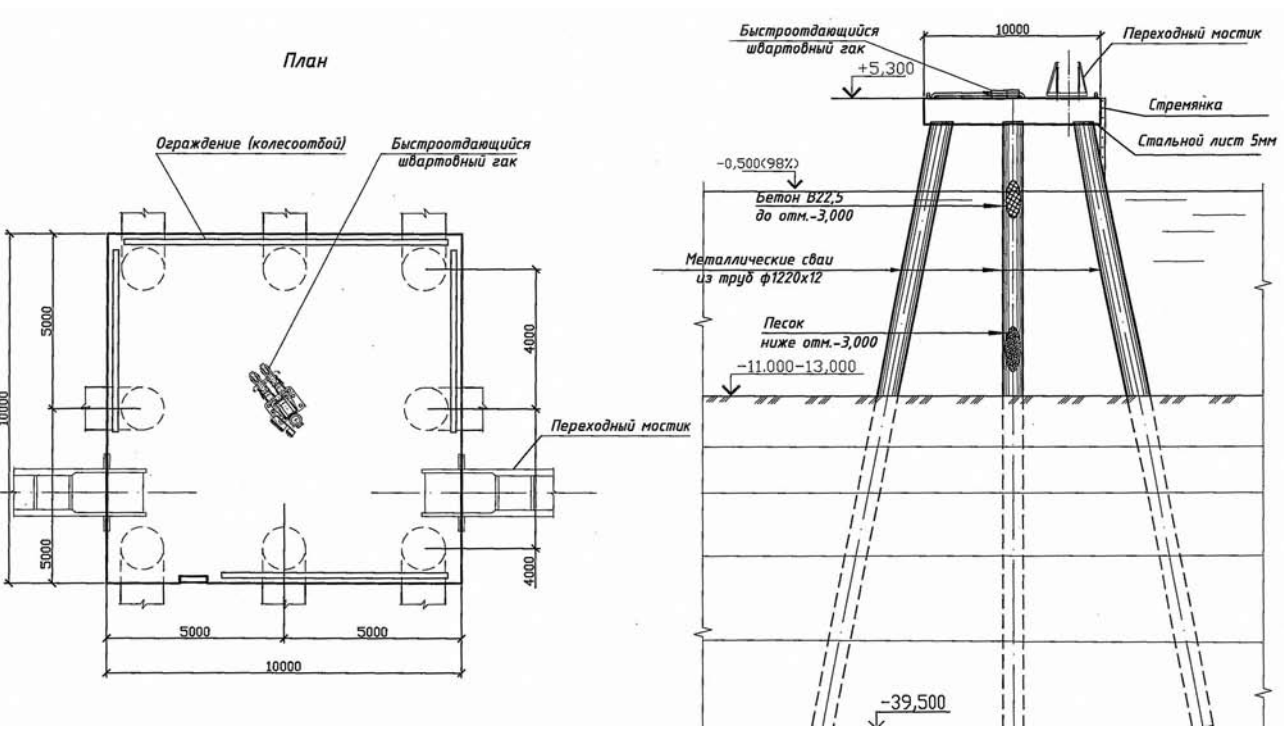


Рис. 5. Конструктивный разрез швартового пала

Длина причалов и расстановка отбойных и швартовых пал причалов принята, в соответствии с РД 31.31.22-81, исходя из условий обеспечения безопасной стоянки расчетных типов танкеров, а также исключения навала танкеров на технологическую площадку.

Причал 1а состоит из 6 отбойных пал, принимающих нагрузки от навала судов и тем самым обеспечивающих защиту технологической площадки, и по 3 швартовых пала, расположенных симметрично с каждой стороны причала.

Причал 1б также состоит из 6 отбойных пал, принимающих нагрузки от навала судов, и по 2 швартовых пала, расположенных симметрично с каждой стороны причала.

Швартовый пал, расположенный на стыке причалов, является общим.

Причал 1а сообщается с берегом посредством морской соединительной эстакады.

У причала предусматривается проведение дноуглубительных работ до отметки -16,50 м.

Конструктивные элементы площадки рассчитаны на нормативные нагрузки воздействия:

- ♦ волны высотой  $h_{5\%} = 6,9$  м;
- ♦ ветра  $v = 28$  м/с;
- ♦ собственного веса;
- ♦ сейсмичности до 9 баллов.

Площадка запроектирована на свайном основании из стальных труб 1020×12 (сталь 17Г1С-У). Вертикальные и наклонные сваи погружены до отметки -39,5 м. Сваи заполнены песком до отметки -3,0 м, выше — монолитным бетоном. Поверх свай устраивается монолитная железобетонная плита толщиной 0,7 м с отметкой верха +6,50 м (отметка принята по результатам математического моделирования волновой обстановки, исходя из условия отсутствия волнового воздействия на верхнее строение). Учитывая размеры площадки, в плите предусмотрено устройство деформационных швов.

Причал 1б сообщается с берегом также посредством морской соединительной эстакады.

У причала предусматривается проведение дноуглубительных работ до отметки -13,20 м.

Технологическая площадка причала 1б предназначена для установки стендеров и других элементов технологического оборудования и инженерных сетей для обслуживания судов у причала. Также на площадке располагается противопожарное оборудование и мачты освещения.

Палы рассчитаны на швартовку расчетных судов DW-80 при скорости сближения с сооружением (нормальной к линии кордона) 0,09 м/с. Швартовые операции производятся при скорости ветра до 12 м/с, высоте волны 3%, обеспеченности в системе 1,25 м (средняя высота 0,60 м).

Причал имеет 6 отбойных и 3 швартовых пала. Для размещения носового швартова используется швартовый пал причала 1а, на который установлено дополнительное швартовное устройство. Расчетные параметры причалов приведены в табл. 1.

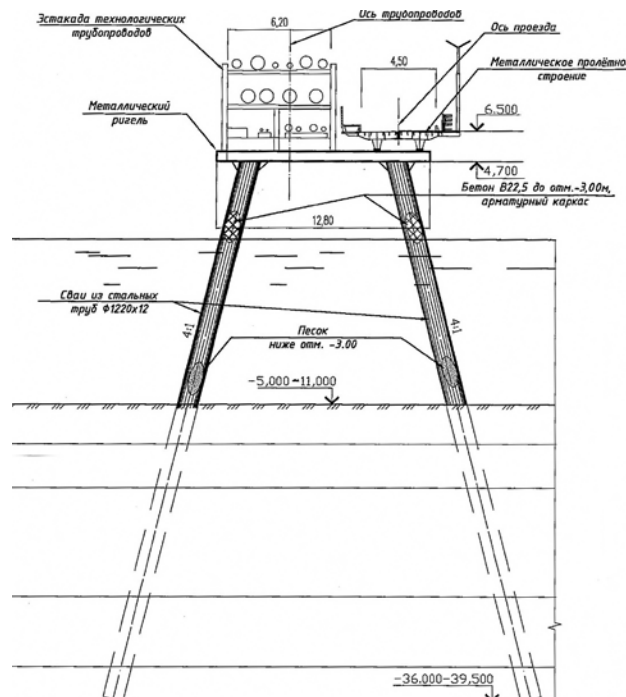
Табл. 1. Расчетные параметры причалов 1а, 1б			
Наименование параметров	Ед. измерения	Причал 1а	Причал 1б
Длина причалов	м	305	250
Гарантированная глубина у причала	м	16,00	12,70
Проектная отметка дна (с учетом уровня 98% обеспеченности — 0,50 м)	м	-16,50	-13,20

Отбойные палы состоят из свайного основания (стальные трубы 1220×12) и монолитного железобетонного верхнего строения. Отметка верха палов +4,00 м.

Палы оборудуются цилиндрическими резиновыми отбойными устройствами с внешним и внутренним диаметрами 1400×700 мм, длиной 3,00 м (энергоёмкость  $E = 67,2$  тсм, реакция  $K = 235,5$  тс). Аналог — резиновые отбойные устройства фирмы Trelleborg Marine System (Швеция).

Для исключения передачи нагрузки от судов на технологические площадки линия кордона отбойных палов вынесе-





**Рис. 6. Морская соединительная эстакада (сечение)**

на 1,00 м в море относительно кордона технологической площадки.

На палах по периметру установлено металлическое ограждение (колесоотбой), каждый пал оборудован стремянкой для доступа с воды.

Швартовые палы выполнены на основании из кустов свай. Сваи из стальных труб 1220×12 (сталь 17Г1С-У) погружены с уклоном 4:1 до отметки -39,5 м. Сваи связаны между собой железобетонным оголовком с отметкой верха +5,30 м.

Палы оборудованы швартовными устройствами с двойными быстроотдающимися гаками, рассчитанными на усилие 100 тс на каждый гак (четыре крайних пала причала) и швартовными тумбами на усилие 80 тс (два средних пала причала).

На головном пале расположен портовый навигационный знак типа «Колонна» высотой 8 м.

Все палы оборудованы стремянками и связаны между собой и с технологической площадкой системой стальных пешеходных мостиков, рассчитанных на нагрузку  $q = 0,4 \text{ т/м}^2$ .

Для соединения технологических площадок причалов 1а и 1б с берегом предусмотрена морская соединительная эстакада.

По эстакаде предусматривается прокладка технологических трубопроводов с компенсаторами, устройство пожарного и эксплуатационного проезда для автотранспорта шириной 4,50 м и тротуара для пешеходов, а также кабельного канала.

Ширина эстакады (ширина ригеля) определена равной 12,0 м. Отметка верха автодороги принята равной 6,50 м.

Общая протяженность морской соединительной эстакады составляет 673 м по оси трассы технологических трубопроводов. Отвод ливневых стоков с поверхности проезда на эстакаде предусматривается установкой дождеприемников с фильтрующими патронами, которые обеспечивают сбор и очистку дождевых стоков.

Шаг опор пролетного строения эстакады 18,0 м. Опоры представляют собой куcты свай из металлических труб

(1220×12, сталь типа 17Г1С-У), объединенных поверху стальным ригелем. Под неподвижные опоры забиваются четыре наклонные сваи, объединенные увеличенным ригелем, позволяющие устройство дополнительных опор эстакады технологических трубопроводов. Под компенсаторные ниши погружаются по шесть вертикальных свай со своими ростверками.

На участке выхода морской соединительной эстакады на берег внутренней акватории порта проектируется образование территории для размещения следующих сооружений: площадки узлов учета, центральной операторной, бытового блока и съезда с эстакады на береговую территорию.

Общая площадь вновь образованной территории составляет 0,2 га.

Образование территории производится отсыпкой грунта в воду до средней отметки низа покрытия — 2,60 м.

Объем насыпного грунта, необходимого для образования территории, составляет 50 тыс. м<sup>3</sup>.

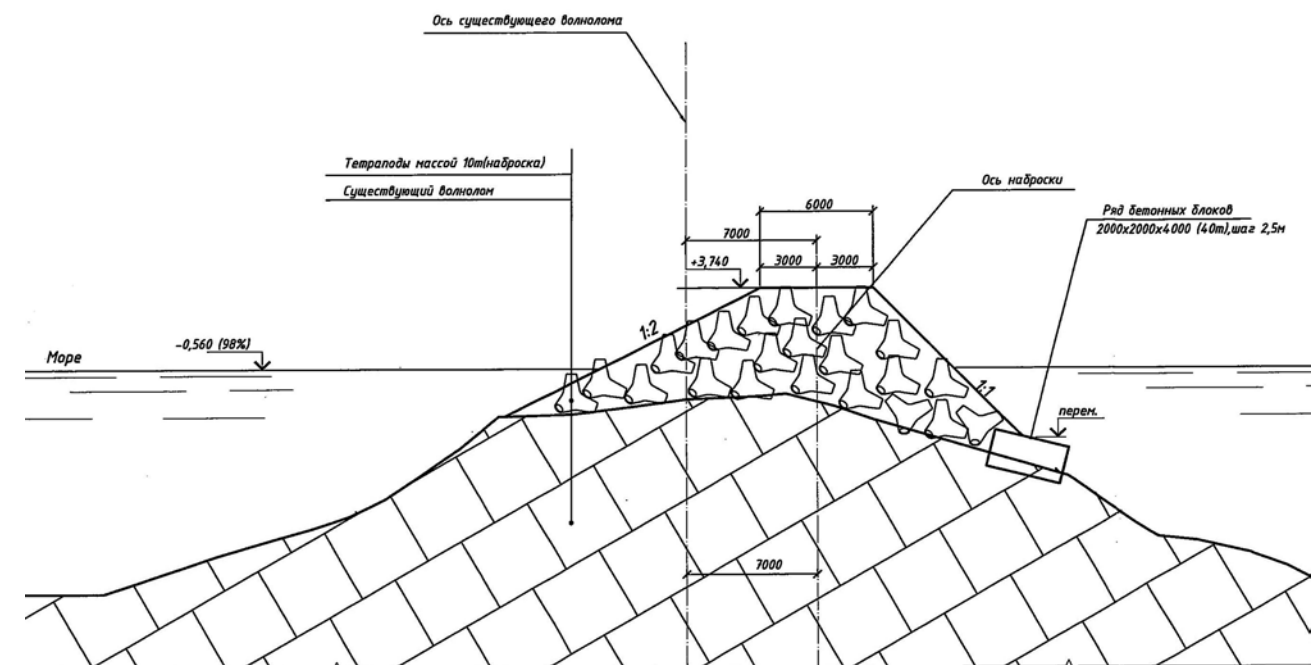
Согласно математическим расчетам волнового режима, в корневой части морской соединительной эстакады перед Южным молом (на участке сопряжения отметок береговой и морской частей) для уменьшения воздействия волн на верхнее строение эстакады предусмотрено устройство волнозащитного откоса путем укладки тетраподов массой 3 т.

Ширина наброски на высоте расчетного уровня воды 10,0 м.

Для берегоукрепления территории предусмотрено возведение укрепления вертикального типа общей длиной 75,5 м (в виде заанкерowanego больверка из шпунта «Ларсен 5», образующего вместе со стенками Южного мола и др. существующими сооружениями гравитационного типа замкнутую область, заполняемую горной массой).

Шпунтовая стенка вдоль линии кордона берегоукрепления погружается гребенкой: две шпунтины до отметки 17,0 м, две шпунтины до отметки 26,0 м.

Для защиты конструкций реконструируемого Юго-Восточного (Первомайского) волнолома от навала судов



**Рис. 7. Реконструкция Юго-Восточного (Первомайского) волнолома**

В головной части, примыкающей к судовому ходу, предусмотрено устройство двух ограждающих палов.

Палы оборудуются швартовными тумбами ТСО-80 и отбойными устройствами МУ 1000×1500 В на случай навала расчетного судна.

Для улучшения волновой обстановки на акватории комплекса проектом предусмотрена реконструкция частично разрушенного Юго-Восточного (Первомайского) волнолома и его удлинение (на перспективу).

Реконструкция Первомайского волнолома позволит существенно улучшить волновой режим на операционной акватории причала 16 для штормов от ЮЗ — ЮЮВ направлений. Для штормов от направлений З и ЗЮЗ реконструкция не окажет существенного влияния на волновой режим на акватории проектируемых причалов.

Морской откос предусмотрен с заложением 1:2, в соответствии с величиной существующего устоявшегося откоса сооружения. Для экономии материалов и обеспечения устойчивости tetраподов на морском откосе ось наброски смещается в тыл сооружения на 7–9 м.

На западную голову сооружения выполняется наброска тетраподов массой 13 т. Также устраивается берма из блоков массой 40 т.

Удлинение волнолома к востоку улучшит волновую обстановку на акватории причала 16 в штормах от Ю и ЮВ направлений. Удлинение волнолома выполняется при помощи наброски железобетонных блоков массой 4 т, защищенной тетраподами массой 10 т.

Принятая ширина операционной акватории у причалов 1а и 1б обеспечивает безопасное проведение кантовочных и швартовных операций с танкерами (при любой загрузке) при помощи буксиров.

Для обеспечения стоянки танкеров в полном грузу и безопасного их отвода при помощи буксиров у причалов предусматривается создание дноуглублением операционной зоны.

Ширина операционной зоны у причалов, в границах которой предусматривается кантовка танкеров, принята пере-

менной, от 60 м в корневой части причала 1б, 130 м — на стыке причалов 1а и 1б и порядка 170 м — у оконечности причала 1а.

Акватория на подходах к комплексу глубоководного причала устраивается перед бассейном с причалами 1а и 1б, имеет размеры, позволяющие обеспечить маневрирование и разворот максимального расчетного судна DWT80 с помощью буксиров, для дальнейшей постановки к причалу 1а (с осадкой в балласте) или выводу на створ подходного канала в порт Туапсе (с осадкой на грузовую марку).

Подход расчетного танкера к комплексу причала 1А предусматривается в балласте (с осадкой 7,7 м). Отметки дна акватории, обеспечивающие безопасный подход танкера, составляют, в соответствии с расчетом, не менее -9,70 м.

Отход расчетного танкера от причала 1а предусматривается в полном грузу (с осадкой на грузовую марку 14,12 м). Отметки дна акватории, обеспечивающие безопасный выход танкера из бассейна в полном грузу и разворот его для выхода на створ подходного канала, в соответствии с расчетом, должны составлять не менее –16,50 м.

Разработанные в проекте конструкции гидротехнических сооружений причального комплекса 1А соответствуют предъявляемым технологическим требованиям и обеспечивают:

- ♦ установку необходимого технологического оборудования;
- ♦ швартовку, стоянку и обработку расчетных судов;
- ♦ проезд технологического и пожарного транспорта.

Все решения по конструкциям гидротехнических сооружений разработаны с учетом руководящих документов в области проектирования и строительства объектов морского транспорта.

В обоснование проектных решений выполнена научно-исследовательская работа «Математическое моделирование взаимодействия волн с сооружениями причала 1А и реконструируемого Юго-Восточного (Первомайского) волнолома в порту Туапсе».



## 20 ЛЕТ В ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ



Южный мол Калининградского морского канала

Корпорации «Гидротехника» (GT Corporation) исполнилось 20 лет. Научно-производственная фирма «НПФ «ГТ Инспект» выполняет в Корпорации функции головной компании. Профессиональная пресса много лет рассказывает об успехах этой компании, инновационном подходе к строительству портовых гидротехнических сооружений, большом вкладе в морское дело. Но в юбилейном году хочется вспомнить весь пройденный компанией путь.

Прошедший 2009 год для научно-производственной фирмы «ГТ Инспект», как и для большинства строительных компаний, оказался достаточно сложным. Сократился объем заказов, возникли трудности с финансированием объектов строительства. В довершение неприятностей в результате шторма, частично разрушившего строящийся в новом грузовом районе порта Сочи оградительный мол, была серьезно повреждена самоподъемная строительная платформа. Тем не менее, хотя и медленнее, чем в предыдущие годы, фирма продвигалась вперед. Закончена реконструкция входных молов Калининградского морского канала. Общая длина Северного и Южного молов составляла 1570 м, глубина в головных частях до 25 м. Выполнен капитальный ремонт причалов в портах Мурманска, Приморска, Калининграда, Сочи и на судостроительных заводах в Северодвинске. Дальнейшее развитие получил опыт работ на шельфе. По заданию ООО «Лукойл-Калининградморнефть», проект-

ные и производственные подразделения участвовали в морских операциях при строительстве ледостойкой платформы на Северном Каспии. В трудных условиях кризисного года коллектив сумел сохранить и развить традиции, заложенные 20 лет назад.

В далеком 1989 году, когда создавалась фирма, не было ни техники, ни офиса, ни производственных помещений, новому коллективу ничего не досталось от всеобщей приватизации. Но были поставленная цель и желание работать по-новому. Были опыт и знания тех, кто много лет своей жизни отдал гидротехнике, знал ее проблемы и тонкости профессии. Были инициатива и энергия специалистов, положившие начало фирме, которая с момента создания и до сегодняшнего дня работает в области морского гидротехнического строительства.

В начале 1990-х годов в строительство пришла реальность новых производственных отношений, непростая и суровая. Развитие морских портов остановилось, новые причалы



Работа водолазов



Антикоррозионная защита свай в подводной зоне



Производственная база



г. Балтийск. Строительство железнодорожного терминала. Монтаж моста

и молы не строились, а старые разрушались. Перспективными направлениями представлялись ремонт и реконструкция сооружений. Этим и начала заниматься новая фирма.

Значительные трудности при ремонте морских сооружений представляют работы под водой и в зоне переменного уровня. Но именно здесь повреждения происходят наиболее часто и существенно снижают работоспособность сооружения. Ремонт каждого гидротехнического сооружения требует индивидуального подхода, тщательного изучения технического состояния объекта, разработки подходящих технических решений и детального проекта производства работ. Для этих целей была создана водолазная служба, группы инженерного обследования сооружений и подготовки производства, строительные подразделения.

Традиционно ремонт сооружений в подводной зоне выполняется водолазами. Эти подводно-технические работы, сложные и дорогостоящие, как правило, не позволяют полностью восстановить прочность и долговечность конструкций. Для того чтобы завоевать устойчивую нишу на рынке, был выбран инновационный подход к ремонту гидротехнических сооружений — разработаны и внедрены новые технологические решения. Основной замысел состоял в том, чтобы ремонт расположенных под водой конструкций выполнять в воздушно-сухих условиях. Реализация этой идеи основывалась на использовании специального подводно-технического оборудования, которое является интеллектуальной собственностью фирмы. В связи с разнообразием гидротехнических сооружений в настоящее время используется несколько типов гермокамер, предназначенных для ремонта шпунтовых стенок, гравитационных сооружений и свайных конструкций.

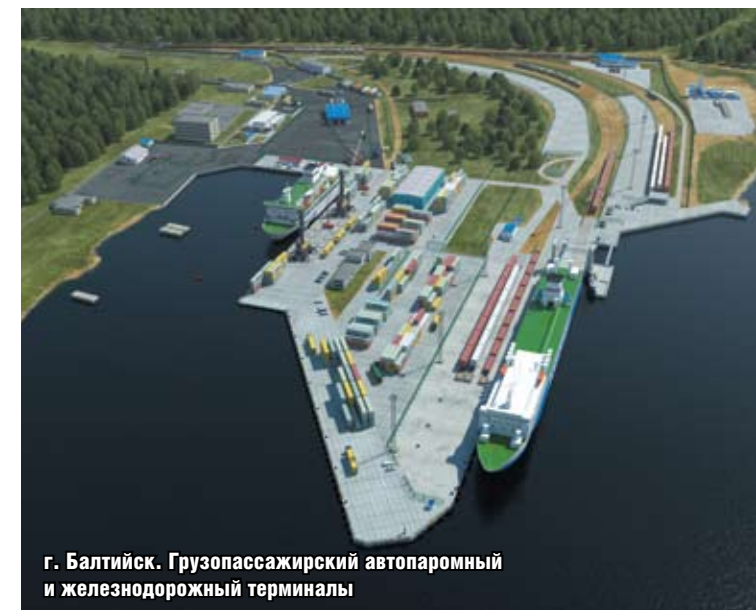
В 1990-е годы ремонтные и строительные работы выполнялись как в России, так и в бывших республиках Советского Союза — Украине, странах Балтии. В этих государствах были созданы независимые фирмы, которые объединились в Корпорацию «Гидротехника» (GT Corporation). Несколько позже в состав Корпорации также вошли подразделения в Польше и Испании. С первых дней создания Корпорации головным подразделением стала научно-производственная фирма «ГТ Инспект» с центральным офисом в Санкт-Петербурге.

Объем работ постоянно возрастал, расширялись их география и круг решаемых задач. Вместе с этим рос коллектив, его квалификация и техническая оснащенность. В настоящее время фирма выполняет широкий комплекс работ, включающий обследование, проектирование, ремонт,

реставрацию, реконструкцию существующих и строительство новых гидротехнических сооружений. НПФ «ГТ Инспект» имеет обособленные отделения в Калининграде, Северодвинске и Астрахани, вместе с которыми выполняет работы в портах Санкт-Петербурга, Высоцка, Приморска, Калининграда, Балтийска, Мурманска, Астрахани, Сочи и других.

После 2000 года в связи с ростом морских перевозок в составе работ начинает преобладать коренная реконструкция существующих и строительство новых сооружений водного транспорта. В 2001–2003 годы в Калининградской области для ООО «Лукойл-Калининградморнефть» выполнены реконструкция и развитие причального фронта и береговых объектов, обеспечивающих обустройство и эксплуатацию месторождения нефти на Балтийском море. База, обеспечивающая эксплуатацию месторождений на Северном Каспии, построена в Астраханской области. В дальнейшем, вплоть до 2008 предкризисного года объем производства постоянно возрастает в среднем на 15% в год, укрепляется материально-техническая база, 80% прибыли вкладывается в развитие.

Наиболее важным и крупным проектом для НПФ «ГТ Инспект» стало строительство комплекса объектов для организации паромного сообщения между Калининградской областью и Санкт-Петербургом. Заказчиком строительства являлся ФГУП «Росморпорт». В июле 2003 года в г. Балтийске введен в эксплуатацию грузопассажирский



г. Балтийск. Грузопассажирский автопаромный и железнодорожный терминалы





п. Варандей (Ненецкий А.О.). Строительство терминала

автопаромный терминал, построенный за полтора года. Затем в 2004 году в условиях жесткой конкуренции выигран тендер и начато строительство железнодорожного терминала для линии «Усть-Луга — Балтийск — порты Германии». Общая длина причальных линий и берегоукрепления на терминалах составила 1030 м. Осенью 2006 года открыто регулярное движение паромов с железнодорожными составами. Строительство осуществлялось по проекту постоянного партнера — ЗАО «ГТ Морстрой».

Новые схемы организации строительного производства были освоены при строительстве портовых комплексов на Крайнем Севере в устье реки Дресвянки и поселке Старый Варандей (Ненецкий автономный округ). В сложных природных и производственных условиях экспедиционным методом за 2 года построены причалы общей длиной 460 м и береговые объекты.

Особое место в оборудовании морских портов занимают оградительные сооружения. Эти сооружения наиболее тесно связаны с морской средой, должны противостоять экстремальным волновым и ледовым воздействиям. За последние годы специалисты «НПФ «ГТ Инспект» провели в российских и зарубежных портах обследование технического состояния 14 молв общей длиной более 12 км. В числе этих сооружений входные молы Калининградского морского канала, молы порта Пионерский в Калининградской области, головная часть мола военного порта в Северодвинске, молы в портах Клайпеды, Риги, Вентспилса и Мууга, головные шпоры оградительных молв порта Ильичевска. Сложные технические проблемы возникли при реконструкции входных молв Калининградского морского канала, выполненной в 2007–2009 годах. Для защиты головных частей молв от мигрирующей подводной ложбины было предложено и реализовано не имеющее аналогов решение по устройству подводной шпунтовой стенки на глубине до 25 м. Для крепления откосов изготовлено и уложено 110 тыс. м<sup>3</sup> бетонных блоков. Работы выполнялись при сложных погодных

условиях на акватории, незащищенной от морских волн. В этот же период проведена реконструкция оградительных молв порта Пионерский (Калининградская область).

Реконструкция сооружений относится к наиболее сложным видам гидротехнического строительства в морских портах. В 2008 году выполнена реконструкция 4 причалов общей длиной 681 м для перегрузки каменного угля в порту Высоцк. Первоначальная глубина у причалов 8,7 м была увеличена до 12,7 м, что позволяет принимать крупнотоннажные суда дедвейтом до 35 тыс. тонн. Особо следует отметить, все строительные работы по устройству заанкеренной шпунтовой оторочки были выполнены без вывода причалов из эксплуатации. Этого удалось добиться путем закрепления шпунтовой стенки инъекционными грунтовыми анкерами с повышенной несущей способностью.

В процессе строительства уделялось постоянное внимание применению современных технологий. Использовались эффективные шпунтовые профили, инъекционные грунтовые анкера и анкерные тяги из высокопрочных стальных канатов. Производилась замена слабых грунтов с глубинным виброуплотнением грунтовой засыпки. Внедрена поточная схема организации производственного процесса. Освоено устройство подводных стенок, подводная установка инъекционных анкеров и микросвай. Разработан и внедрен механический планировщик для устройства подводных постелей с весьма тщательным выравниванием на глубине до 25 м.

С первых лет после создания «ГТ Инспект» совместно с другими филиалами Корпорации принимает участие в строительстве сооружений в открытом море, на шельфе. Первоначально это были работы по ремонту, реставрации и строительству средств навигационного обеспечения — маяков и навигационных знаков. С 2001 до 2003 года по приглашению ООО «Лукойл-Калининградморнефть» компания принимает участие в реализации проекта по строительству морской ледостойкой платформы месторождения «Кравцовское»



п. Пионерский (Калининградская область). Реконструкция Восточного мола



Балтийское море. Месторождение «Кравцовское». Работы в море



на Балтийском море. В условиях открытого моря выполнена антикоррозионная защита свайного основания установленного в 80-е годы жилого модуля, разработан комплексный проект производства работ по проведению морских операций, изготовлены металлоконструкции, необходимые для сборки и погрузки на баржи блок-модулей платформы. Специалисты компании выполнили укрупнительную сборку металлоконструкций опорного блока. В этот же период разработаны «Предложения по развитию береговой инфраструктуры Астраханской области для обеспечения строительства морских стационарных платформ блока «Северный» Каспийского моря».

В 2005 году «ГТ Инспект» на производственном объединении «Севмаш» обеспечивает сопровождение морских операций по формированию платформы «Приразломная». Для этой цели на глубине 22 м была построена и выровнена с точностью 3 см щебеночная постель размером 100×100 м, построены временные глубоководные палы, обеспечен контроль баллаستировки платформы при посадке на постель, построено берегоукрепление и другие объекты.

В 2007 году ООО «Лукойл-Калининградморнефть» привлекло фирму к участию в инженерном сопровождении мор-

Северный Каспий. Сопровождение морских операций



ских операций по установке стационарной морской ледостойкой платформы в составе Варандейского нефтяного отгрузочного терминала, а в следующем году к работам по строительству платформы на Северном Каспии. В составе этого задания был сформирован сводный проект производства работ при морских операциях, выполнена установка опорного блока платформы на морское дно и цементирование свайных креплений.

В наступившем году «ГТ Инспект» продолжает работы в новом грузовом районе порта Сочи, в Ленинградской, Калининградской, Мурманской, Архангельской и Астраханской областях. А в целом Корпорация «Гидротехника» за 20 лет выполнила работы по обследованию, ремонту, проектированию, реконструкции существующих и строительству новых гидротехнических сооружений в 34 портах на 8 морях в 6 странах, а также на 7 судостроительных заводах. Высокое качество работ, выполнение установленных сроков и всех требований заказчиков подтверждено 20-летним опытом работ в гидротехническом строительстве.

Леонид Смирнов,

сотрудник пресс-службы «НПФ «ГТ Инспект»



**GT Corporation**  
design, construction, inspection and repair  
of maritime structures

194354 Санкт-Петербург, ул. Есенина, д. 5 Б, оф. 60 Н  
Тел. (812) 337-3037, факс (812) 337-3030  
E-mail: info@gtcorporation.com  
www. gtcorporation.com



п. Высоцк. Реконструкция причалов 1-4



3.

40–57

## ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ. СТРОИТЕЛЬСТВО

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ  
ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ  
ИЗЫСКАНИЙ

ТЕХНОЛОГИЯ УКЛАДКИ  
УКАТАННОГО БЕТОНА

РАБОТЫ НУЛЕВОГО ЦИКЛА



## ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ: ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ СЛОЖНОСТИ

Баренцево море



Порт Высоцк



Компания «ПетробурСервис» выполняет инженерные изыскания любого уровня сложности на всей территории Российской Федерации. Качество работы обеспечивается благодаря квалифицированным сотрудникам и высокотехнологичному оборудованию, позволяющему выполнять все виды изысканий как на суше, так и на воде. Компания «ПетробурСервис» как обособленное юридическое лицо была основана в начале 2007 года, с 2009 года является членом саморегулируемой организации некоммерческое партнерство «Изыскательские организации Северо-Запада».

«Сочетание комплексного подхода с передовой производственной базой позволяет нам выполнять уникальные заказы», — подчеркивает основатель и генеральный директор компании Алексей Николаевич Васильев. Визитной карточкой компании в 2009 году стали инженерные изыскания в районе порта Усть-Луга, острова Сескар в Финском заливе, Мурманского морского торгового порта, поселка Терiberка, города Туапсе; изыскания на реках Волге и Вытегре, а также буровые работы на подходном канале к порту Высоцк и на Ивановском водохранилище. Главные преимущества компании — возможность выполнения уникальных работ по инженерным изысканиям (проведение буровых работ на мелководье, на прибрежных морских участках, в районах повышенной непроходимости и т. д.), высокий профессионализм и качество.

### Преимущества компании «ПетробурСервис»:

- ♦ Выполнение буровых работ как на воде, так и на суше.
- ♦ Собственный флот и автопарк.
- ♦ Надежное оборудование высокого качества.
- ♦ Специалисты высокой квалификации.
- ♦ Проведение буровых работ в сложных условиях:
  - на мелководье;
  - на изолированных от судовых путей водных объектах;
  - на прибрежных морских участках;
  - в районах повышенной непроходимости;
  - в стесненных условиях (подвалы и низкие подмостовые габариты).
- ♦ Проведение буровых работ на любых внутренних водных путях России.
- ♦ Обеспечение высокой оперативности выполнения заказов.

Проведение буровых работ невозможно без использования **современной техники**. Сегодня в арсенале компании проверенные временем и неоднократно испытанные буровые установки на базе автомобиля ЗИЛ-131; буровой КамАЗ 43118; модернизированный буровой транспортер-тягач ГАЗ-34031. Собственный обширный автопарк позволяет сократить стоимость производственного процесса без ущерба качества и темпов работ. Предмет особой гордости — самоходное водолазно-буровое судно «Геолог», которое позволяет производить буровые работы как на внутренних водных путях, так и на прибрежных морских акваториях. Производственную базу компании также составляют буровые понтоны катамаранного типа; буксирно-моторный катер «БМК-130»; моторные лодки Quicksilver и «Ботмастер 450S»; мелкосидящие буксиры проектов «Костромич» и «КС-100»; мотобуры Hitachi и Stihl; буровые станки «Опенек», БС-50 «Крот», ПБУ, УРБ-2А2, МБУ-5-01, УРБ-5АГ.

За свою историю компания «ПетробурСервис» заслужила высокую профессиональную репутацию. Доказательством служат благодарности, полученные от заказчиков: ООО «Морское строительство и технологии», ООО «Севзапгидропроект», ООО «Геобалт», ОАО «Мурманский морской торговый порт», ООО «Газпром добыча шельф», ООО «НПП Бента», ООО «Петровский фарватер», ООО «Контур».

«ПетробурСервис» — это гарантия высокого качества выполняемых работ при соблюдении всех норм экологической безопасности.



**ПетрОбурСервис**

Россия, г. Санкт-Петербург,

пр. Елизарова, д. 38 А, оф. 209

Тел.: (812) 942-77-36, 8-911-951-80-47

Тел./факс: (812) 449-45-91

E-mail: petroburservis@list.ru, www.petroburservis.ru



# СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОИСКОВЫХ И ИНЖЕНЕРНЫХ РАБОТ НА ВОДНЫХ АКВАТОРИЯХ

Трусилов В. Т.,  
генеральный директор ООО «Экран»

Рынок поисковых и инженерных работ на водных акваториях нуждается в многофункциональных системных технологиях. Технология эффективна, если обеспечивает высокие производительность и качество при низкой себестоимости. Важна и универсальность для решения различных задач:

- детальный обзор дна и толщи воды;
- выполнение различных промеров;
- построение карт.

Универсальными инструментами на сегодняшний день являются разнообразные гидролокаторы — от эхолота до сложных гидроакустических комплексов.

Эхолоты позволяют провести промер, т. е. измерение глубин на разнесенных галсах, но принципиально не могут дать сплошного покрытия полигона (рис. 1).

Для повышения достоверности промера к эхолоту добавляют гидролокатор бокового обзора (ГБО), который обнаруживает аномалии между галсами (промер с инструментальной оценкой, рис. 2). Наибольшую достоверность обеспечивают площадные комплексы: многолучевой эхолот (МЛЭ) или интерферометрический ГБО (ИГБО), рис. 3.

Они напрямую получают информацию о батиметрии в широкой полосе обзора без пропусков, не прибегая к интерполяции.

ИГБО, используя простую антенную систему и фазовую обработку принимаемых сигналов, имеет преимущества перед МЛЭ:

- простая аппаратура и, как следствие, более высокая надежность, меньшие габариты и стоимость;
- возможность одновременно получать высококачественное акустическое изображение и батиметрию с высоким разрешением;
- мобильность комплекса позволяет работать с маломерных судов.

Минус ИГБО — невозможность строить батиметрию для вертикальных стенок.

Сегодня разработаны способы, в значительной степени устраняющие недостатки систем и сближающие их по возможностям. По точности измерения глубины ИГБО и МЛЭ примерно равны. Этот факт был подтвержден многократным сравнением результатов их работы.

Российской компанией «Экран» выпущено новое, четвертое поколение гидролокационного комплекса «Гидра»™. Опыт, накопленный в течение десяти лет, и пожелания заказчиков позволили создать интегрированное решение, ориентированное на широкий круг потребителей — от любителей до профессионалов.

Области применения комплекса:

- поиск различных объектов на дне, обследование состояния дна;
- поисково-спасательные работы на воде (для структур МЧС, МВД, ВМФ);
- промеры и картирование дна;
- подготовка, сопровождение строительства гидротехнических и подводных объектов и их эксплуатационный мониторинг (трубопроводы, порты, ГЭС, мосты и т. д.);
- поддержка дноуглубительных работ;
- обеспечение безопасности судоходства и охрана акваторий;
- экологический мониторинг, научные исследования.

Особенности нового поколения комплекса:

- самый малогабаритный на сегодняшний день комплекс;
- наборная установка на любом судне (вплоть до малогабаритных автономных роботизированных лодок);
- цифровой тракт формирования и приема сигналов;
- интегрированная система датчиков;
- повышение разрешающей способности по углу за счет технологии синтеза апертур.

Комплекс выполняет различные функции: ГБО; двухчастотный ГБО; ИГБО; эхолот; параметрический профилограф (ППФ). Возможна комбинация функций в одном комплексе.

Конфигурация комплекса подбирается при поставке, исходя из требований и решаемых задач заказчика. Возможно развитие функционала комплекса при его эксплуатации.

Дополнительные услуги: привлечение специалистов компании для выполнения различных работ с использованием комплекса, аренда и лизинг оборудования, обучение специалистов.

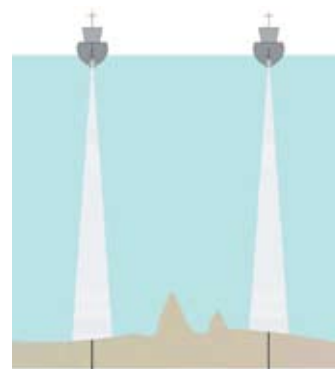


Рис. 1

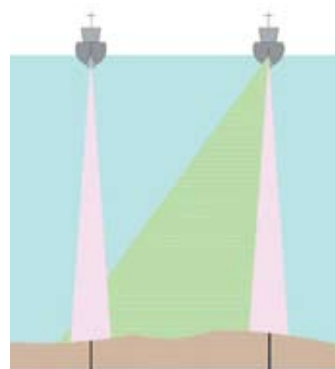


Рис. 2

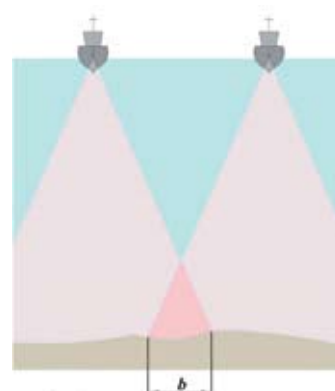


Рис. 3

b — область взаимно пересекающихся полос съемки шириной не менее двух значений погрешности определения координат места



**ПРОИЗВОДСТВО И ПОСТАВКА ГИДРОЛОКАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ Гидра™**  
**ВЫПОЛНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПОИСКОВЫХ И ГИДРОГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ**

Тел./факс: +7 (495) 790-7178, e-mail: info@screen-co.ru, www.screen-co.ru



## ИНТЕРПРИБОР

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

ПОЛНЫЙ КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ И ЕЕ ОПИСАНИЕ на WWW.INTERPRIBOR.RU

### ПРИБОРЫ ДИАГНОСТИКИ СВАЙ И ФУНДАМЕНТОВ

#### СПЕКТР-2.0

Ударно-волновая диагностика ж/б, металлических и буронабивных свай. Локализация дефектов, определение длины свай, получение сеймоспектрального профиля свай и грунтов. Анализ сигналов отклика во временной и спектральной области (1000 линий спектра), архивация 10000 протоколов. Комплектуется датчиками, измерительным молотком с насадками, сервисной компьютерной программой.

#### ПУЛЬСАР-1.0/1.1/1.2

Три модификации ультразвуковых приборов. Измерение времени и скорости распространения ультразвука. Поиск дефектов, определение прочности бетона и плотности различных материалов, глубины трещин в конструкциях и изделиях. Визуализация и анализ А-сигналов, режим осциллографа, сервисная компьютерная программа.

### ПЕРВЫЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВЫЙ ДЕФЕКТОСКОП ФУНДАМЕНТОВ

ПЕРВЫЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВЫЙ ДЕФЕКТОСКОП ФУНДАМЕНТОВ ГЛУБОКОГО ЗАЛЕГАНИЯ И БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ. Оценка сплошности, прочности, несущей способности свай, локализация дефектов, получение ультразвуковой пространственной модели свай. Сервисная программа. Комплектуется специальными преобразователями с кабелем до 100м и датчиками положения.

### ПРИБОРЫ ДЕФЕКТОСКОПИИ БЕТОНА И МАТЕРИАЛОВ

#### ОНИКС-ОС

Единственный измеритель прочности бетона отрывом со скалыванием, в котором исключено проскальзывание анкера. Оригинальная конструкция с самоустановкой оси вырыва посредством двух гидроцилиндров. Существенно повышена точность измерений. Патент на прибор и способ испытаний.

#### ТЕПЛОГРАФ

Многоканальный тепловой мониторинг различных объектов, сооружений, ограждающих конструкций, теплоизоляции.... Определение уровня тепловой защиты, уточнение результатов тепловизионных обследований. Регистрация температуры на поверхностях, тепловых потоков, влажности и температуры среды. До 256 каналов регистрации, до 16 адаптеров (объектов контроля). Сервисная компьютерная программа.

### ДРУГИЕ ВИДЫ ПРОДУКЦИИ:

Измеритель морозостойкости бетона - **БЕТОН-FROST**  
Измеритель активности цемента - **ЦЕМЕНТ-ПРОГНОЗ**  
Измерители прочности бетона - **ОНИКС-СР**  
Виброметры и анализаторы серии **ВИСТ-2 и ВИБРАН-3**  
Измерители силы натяжения арматуры - **ДИАР-1, ИНК-2**  
Дефектоскопы - **ИЧСК-1, ИЧСК-2, ВДЛ-5М**  
Толщиномеры - **МТП-1, ТУ-1**  
Измерители силы сцепления - **ОНИКС-СК/АП/ВД**

Измерители защитного слоя бетона - **ПОИСК-2.5/2.6**  
Измерители проницаемости бетона - **ВИП-1**  
Измерители плотности грунтов и асфальта - **ДПГ, ПАБ-1**  
Влагомеры универсальные серии - **ВИМС-2**  
Автономные регистраторы - **АВТОГРАФ-1.1/1.2, РТВ**  
Измерители теплопроводности - **ИТС-1, МИТ-1**  
Системы управления ТВО бетона - **РТМ-5, ТЕРЕМ-3.2**  
Термометры и термогигрометры серии **ТЕМП-3**

г. Челябинск: (351) 729-88-85, 245-09-69, 245-09-70

г. Москва: (495) 998-01-95, 789-28-50

г. С-Петербург: (812) 454-03-55, 570-64-96



# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УКЛАДКИ УКАТАННОГО БЕТОНА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КРУПНЫХ ПЛОТИН

**Судаков В. Б.,**  
главный научный сотрудник ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева»,  
д. т. н., Заслуженный строитель России, член Российского  
национального комитета по большим плотинам

**Василевский В. В.,**  
главный специалист ОАО «БуряГЭСстрой».

Как известно, при строительстве бетонных плотин вспомогательные и, прежде всего, опалубочные работы могут составлять до 60% трудозатрат [1]. Поэтому в мировой практике гидростроительства идет постоянный поиск решений, позволяющих минимизировать затраты на опалубочные работы. Как правило, решения предлагаются по трем основным направлениям:

- 1. Модернизация собственно опалубки с применением современных материалов в ее конструкции.
- 2. Увеличение плановых размеров блоков с соответствующим сокращением опалубочных работ.
- 3. Изменение конструкции, материала плотин и технологии их возведения.

При модернизации опалубки используют последние достижения в металлургии и в области полимерных материалов, а также стремятся повысить технологичность опалубки за счет упрощения ее сборки и монтажа. Причем у ведущих производителей опалубки, таких как Hupnebeck (Германия); DOKA (Австрия); «Сталформ» (Россия) и др., принципиальных конструктивных отличий у предлагаемых опалубок мало — существенная разница в основном в качестве применяемых материалов и точности изготовления креплений.

У современных строительных организаций, в частности и у «БуряГЭСстроя», сформировался гибкий подход к типу применяемой на различных объектах опалубки: от собственных уникальных разработок до комплектного оснащения опалубкой известных производителей, таких как DOKA и «Сталформ». Так, водосливная грань плотины Бурейской ГЭС впервые в отечественном гидростроительстве была уложена в модернизированной консольной опалубке, носок водослива двоякой кривизны возведен при помощи скользящей опалубки, а выносные водоводы — в уникальной металлической опалубке, запроектированной собственным конструкторским бюро.

Укладка укатанного бетона в различные сооружения и конструкции Бурейского гидроузла велась в блоки с деревянной щитовой опалубкой, а также в блоки с опалубкой из сборных бетонных и железобетонных элементов.

Увеличение плановых размеров блоков бетонирования началось со ступенчатой укладки бетона в длинные блоки и продолжалось до возведения плотин послойным мето-

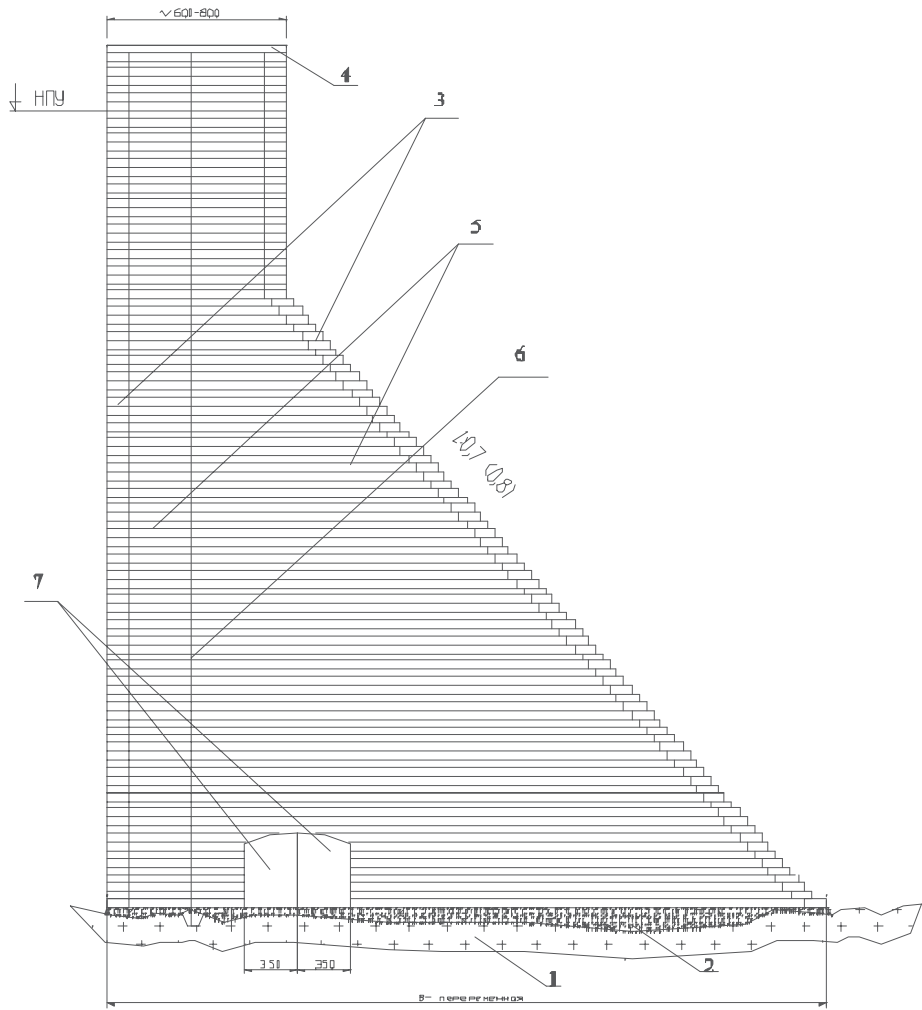
дом, «от берега до берега», с устройством деформационных межсекционных и температурных швов-надрезов с верховой и низовой сторон.

Тем не менее темпы строительства плотин при применении послойной технологии сдерживались из-за вынужденных технологических перерывов, необходимых для приобретения уложенным в сооружение бетоном прочности, при которой возможно перемещение по поверхности блоков бетонирования тяжелых бетоноукладочных механизмов без повреждения бетона.

Переход в гидротехническом строительстве к возведению плотин из укатанного бетона без преувеличения можно назвать технической революцией. Естественно, что этот переход интенсифицировался в первую очередь при строительстве плотин в благоприятных в климатическом отношении районах. Но и в Советском Союзе, несмотря на то что основные гидроресурсы расположены в суровых и особо суровых климатических условиях, им заинтересовались уже в начале 70-х годов.

Строительство гидростанций Нарынского каскада однозначно доказало перспективность применения укатанного бетона в Советском Союзе. После опытных работ в 1979–1980 годах в 1985 году в нашей стране из укатанного бетона были построены несколько небольших гидротехнических сооружений, а в 1987 году — первая крупная плотина Ташкумырской ГЭС высотой 75 м [2, 3, 4]. Но даже при успешном строительстве гидроузлов в среднеазиатском климате было недостаточно ясно, как поведет себя новый материал в суровых условиях Сибири и Дальнего Востока, где в то время концентрировалось гидростроительство.

Учитывая важность ускорения и удешевления строительства гидроэнергоузлов, Министерство энергетики поддержало инициативу руководства «ЗеяГЭСстрой» организовать опытный полигон в г. Зея для крупномасштабных исследований технологии укатанного бетона: как самого материала, так и технологии его укладки применительно к местным суровым условиям. В тесном содружестве, продолжавшемся все последующие годы, специалисты «ЗеяГЭСстроя», «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева» и «Ленгидропроекта» в 1981–1984 годах выполнили большой объем строительно-монтажных, проектных и научно-исследовательских работ. Укатанный бетон подавали в бадьях, с помощью небольших и большегрузных са-



**Рис. 1. Возможная конструкция высокотехнологичной плотины из укатанного бетона:**

1 — скальное основание; 2 — основание, выравненное вибрированным бетоном; 3 — защитные слои с верхнего и нижнего бьефов, укладываемые с помощью бордюроукладчиков; 4 — защитный слой на оголовке плотины из вибрированного бетона; 5 — укатанный бетон внутренней зоны, укладываемый с помощью бетоноукладчиков; 6 — металлическая диафрагма; 7 — цементационная и дренажная галереи

мосвалов, использовали также конвейерную подачу и даже бетономет конструкции «Оргэнергостроя». Определяли качество укатки различными типами машин, статическими и вибрационными катками. По специальной программе в самое холодное время на полигоне уложили 1600 кубометров укатанного бетона.

Были разработаны составы на используемых «ЗеяГЭСстроем» цементах и заполнителях из местных карьеров, и, главное, отработана технология укатки в привязке к имеющимся в распоряжении стройки механизмам.

Полученные на опытном полигоне результаты позволили «Ленгидропроекту» предусмотреть применение укатанного бетона для внутренней зоны гравитационной плотины Бурейской ГЭС высотой 140 м, оставив при этом выполнение из вибрированного бетона верхового столба и защитную облицовку низовой грани плотины. Однако принятая схема пропуска строительных расходов не оставляла места для укатанного бетона в нижней, наиболее объемной, части плотины. Из-за этого попытка строителей полностью перейти на новую, передовую технологию вошла в противоречие с компоновкой гидроузла и конструкцией плотины. К тому же строительство Бурейской ГЭС, затянувшееся

на долгие годы в условиях крайнего финансового дефицита, вынуждало изыскивать нестандартные пути применения укатанного бетона. Так, например, на начальной стадии строительства использовались временные составы на несORTированных заполнителях, укладка укатанного бетона в перемычки велась в сборной железобетонной опалубке, в том числе при отрицательных температурах, использовались различные способы уплотнения жестких бетонных смесей — вот неполный перечень направлений инженерной мысли в сложившейся в то время ситуации на строительстве.

В таких экстремальных условиях был накоплен значительный опыт и определились границы применимости как самого материала, так и возможных вариантов технологий его укладки. На этой основе был сделан ряд практических выводов.

1. Применительно к временным сооружениям гидроузлов (перемычкам, площадкам, дорогам и т. п.) была отработана технология приготовления и укладки укатанного бетона на несORTированных заполнителях.

2. Содержание пылеватых частиц в песках для укатанного бетона может существенно превышать предельно допускае-





Рис. 2. Бетоноукладчик фирмы Gомасо

мое их количество существующими нормативами (стандартами) для обычных гидротехнических бетонов. Так, после многолетней проверки для составов на Бурейской ГЭС предельно допустимое процентное содержание пылеватых частиц в песках достигло 18%.

3. Расход цемента в составах укатанного бетона для внутренней зоны плотины Бурейской ГЭС, принятый равным 120–140 кг на кубометр, может быть существенно снижен за счет применения золы уноса или минеральных добавок.

4. Применение бетонной или ж/бетонной опалубки из-за незначительной адгезии к ней укатанного бетона возможно в местах, где не предъявляются требования к совместному восприятию ими напряжений.

5. На Бурейской ГЭС в опалубке из сборных бетонных блоков укатанный бетон был уложен в верховой оголовок продольной разделительной перемычки. За длительные годы строительства в тяжелых ледовых условиях из верхового оголовка оторвало только три блока. Уложенная без перерывов при отрицательных температурах перемычка левобережного котлована выполняла свою функцию несколько лет вместо одного сезона по проекту.

Таким образом, при строительстве гидроузлов часто экономически оправдано возводить перемычки из укатанного бетона. Кроме большей надежности, по сравнению с грунтовыми, такие перемычки могут длительное время выдерживать воздействие речного потока со скоростями до 5–7 м/с, многократные затопления, а при определенных условиях — остаться в качестве конструктивной части постоянно-го сооружения. При отсутствии вибротатков при возведении временных сооружений укатанный бетон можно уплотнять даже груженными самосвалами и применять практически любую опалубку.

6. В основные сооружения укатанный бетон можно укладывать и при температурах до –20 °С, применяя для защиты от промерзания простой рулонный утеплитель.

Казалось бы, появились все предпосылки для количественного предпускового рывка, но... После начала в 1989 году укладки укатанного бетона во внутреннюю часть плотины Бурейской ГЭС существенное влияние на качество бетонной кладки стал оказывать человеческий фактор. При выполнении всех тщательно разработанных положений технических условий качество удовлетворяло всем требованиям проекта. Но достаточно было нарушить одно

из требований: не там разгрузиться машине, не так бульдозером разровнять, неправильно укатать, не вовремя укрыть и т. п. — брак был неизбежен. Доходило до того, что число контролирующих лиц превышало число работающих в блоках бетонирования.

С наступлением периода расчетного финансирования строительства Бурейской ГЭС, естественно, на первый план выдвинулась проблема увеличения интенсивности укладки бетона, в том числе и укатанного. Несмотря на то, что к тому времени «БурейГЭСстрой» имел надежное бетонообогатительное хозяйство, отлаженные отепленные опалубочные комплексы, современные вибротатки, машины и др. технику, — темпы укладки оставляли желать лучшего. Применение мощных бульдозеров в паре с вибротатками BW-200, гарантированно уплотняющими полуметровые слои, и КамАЗов, разгружающихся непосредственно в блоках бетонирования, теоретически могло значительно увеличить темпы укладки. Однако главными сдерживающими факторами явились: во-первых, конструкция плотины, вынуждавшая дробить блоки бетонирования на «технологические захватки», во-вторых, принятая в то время технология уплотнения укатанного бетона.

Основываясь на полученном, как позитивном, так и негативном опыте возведения плотины Бурейской ГЭС, авторы статьи предложили идею изменения конструкции плотины из укатанного бетона, максимально приспособленной к современной технологии бетонных работ (рис. 1), и соответствующего изменения технологии укладки бетона.

Предлагаемая конструкция плотины из укатанного бетона с металлической противифльтрационной диафрагмой обеспечивает:

- надежную совместную работу верхового столба и низового клина, т. к. тонкая металлическая прокладка в условиях работы бетонных плотин предложенной конструкции практически не деформируется, металл имеет хорошее сцепление с бетоном, а прочное соединение металлическими анкерами напорного столба, металлической диафрагмы и низового клина обуславливает поведение плотины как монолитной конструкции при всех силовых воздействиях;
- предотвращение возможности фильтрации воды через тело плотины и выщелачивания бетона;
- сокращение дорогостоящих и трудоемких мероприятий по предотвращению термического трещинообразования, т. к. трещины с раскрытием до 0,3 мм в бетоне верхового столба не опасны ни в фильтрационном отношении, ни в отношении долговечности металлической противифльтрационной диафрагмы и соединений с ней анкеров; что особенно важно для плотин, строящихся в районах с суровым и особо суровым климатом;
- высокую технологичность плотины благодаря простоте и легкости монтажа элементов металлической противифльтрационной диафрагмы и совместимости работ по ее устройству путем последовательного наращивания ее в высоту фрагментами, высота которых соответствует высоте 1–5 слоев укатанного бетона в низовом клине (т. е. 0,3–1,5 м), с интенсивной укладкой бетона современными методами;
- выполнение верхового столба либо из укатанного бетона (от основания до горизонта мертвого объема — ГМО) при ширине верхового столба, позволяющей полноценно использовать предназначенные для этого бетоноукладочные механизмы и машины, либо, при небольшой толщине верхового столба, когда укладка укатанного бетона нерациональна, — из

вибрированного бетона непосредственно из автобетоносмесителей, бетононасосами с манипуляторами и т. п.;

- отказ от устройства дренажа за металлической противифльтрационной диафрагмой;
- сокращение числа дренажно-смотровых галерей в теле плотины, которые значительно осложняют производство бетонных работ и резко снижают интенсивность укладки бетона на ярусах их расположения.

Для гидроузлов с высокотехнологичными бетонными плотинами оптимальной компоновкой сооружений, очевидно, является компоновка, часто применяемая при проектировании земляных плотин: береговое или подземное здание ГЭС и туннельные или наземные береговые водоводы. Немаловажно и то, что для труднодоступных районов, где размещение даже на относительно короткое время значительного контингента строителей приводит к существенно удорожанию, появляется возможность выполнять работы последовательно, стабильно, относительно небольшим коллективом. Глухая бетонная плотина из укатанного бетона с защитными слоями из вибрированного бетона на вертикальной или слабонаклонной верховой грани и ступенчатой низовой и технологическими заездами с береговых врезок представляла бы хорошие возможности для реализации преимуществ полностью механизированной технологии укатанного бетона: резкого увеличения скорости возведения плотин, при одновременном повышении качества.

С целью ее совершенствования представляется целесообразным последовательный переход к бетоноукладочным механизмам, специально созданным для укладки и уплотнения укатанных бетонов. В этом отношении в качестве полезного аналога может послужить хорошо отработанная в последние десятилетия технология строительства дорог, аэродромных покрытий и облицовок каналов с использованием специализированной бетоноукладочной техники. В частности, фирма Gомасо конструирует, использует и поставляет механизмы и оборудование для таких работ.

Например, бетоноукладчики со скользящими формами и бордюроукладчики фирмы Gомасо (рис. 2, 3) укладывают плоские бетонные покрытия (бетонные полосы), разделительные стенки, барьеры водостоки и т. п. с требуемыми параметрами (толщина плоского покрытия до 600 мм, ширина до 9,75 м в зависимости от модели используемого бетоноукладчика и типа покрытия) и скоростью до нескольких метров в минуту. Специальные приспособления позволяют таким механизмам работать в стесненных условиях с выносной консольной скользящей опалубкой, подача бетона из самосвалов или миксеров может осуществляться как сбоку, так и спереди — в зависимости от модели оборудования. Производительность одного бетоноукладчика может достигать нескольких десятков тысяч кубометров в месяц.

Весь процесс максимально автоматизирован, а качество уложенного слоя бетона мало зависит от человеческого фактора. Количество же персонала, как обслуживающего механизмы, так и контролирующего, на порядок меньше, чем при технологии бетонирования, используемой в настоящее время.

Возможно, что в ближайшем будущем технология возведения плотин из укатанного бетона будет выглядеть следующим образом.

По выровненному по всей подошве плотины прискальным бетоном основанию движется бордюроукладчик (один или два), оставляя за собой наружный слой (стенку) расчетной ширины и высоты из малопластичного вибрированного бетона. Через определенный интервал за ним следует



Рис. 3. Бордюроукладчик фирмы Gомасо

бетоноукладчик, укладывающий рядом слой из укатанного бетона. Затем специальной машиной в необходимых местах выполняются швы-надрезы, и движется механизм, раскатывающий рулонное защитное укрытие, в летнее время с оросителем. На следующем по высоте слое все повторяется с той только разницей, что перед бетоноукладчиками проходит механизм, сматывающий защитное покрытие и продувающий основание. Листы противифльтрационной диафрагмы, например из нержавеющей стали, свариваются автоматами с одновременным 100% контролем качества сварного шва.

По нашей просьбе фирма Gомасо на своем сайте показала разработанную ею новую бетоноукладочную машину (RTP-500 with RCC Screed) в специальном исполнении с вибробрусом для укладки укатанного бетона. Укладчик оборудован телескопическим вибробрусом с регулируемой шириной обрабатываемой полосы от 3,05 м до 5,89 м и толщиной укладываемого покрытия от 100 мм до 30 мм в среднем, в зависимости от рецептуры бетонной смеси и других факторов. Машина обеспечивает уплотнение укатанного бетона и единообразие его плотности и прочности при различной ширине укладки.

Таким образом, возможность перехода к возведению бетонных плотин из укатанного бетона с помощью специализированных высокопроизводительных бетоноукладочных машин, которые могут работать в автоматических режимах, уже не вызывает сомнений.

## Список литературы

1. Судаков В. Б. Толкачев Л. А. Современные методы бетонирования высоких плотин. М.: Энергоатомиздат, 1988.
2. Зальцман О. М. и др. Опыт применения жесткого малоцементного укатываемого бетона на строительстве Курейской ГЭС // Энергетическое строительство. 1986. № 11.
3. Василевский В. В., Судаков В. Б., Сельницкий В. И. Опытное применение укатываемых бетонных смесей в зимних условиях на строительстве Бурейской ГЭС // Энергетическое строительство. 1987. № 1.
4. Судаков В. Б. Строительство плотин из укатанного бетона. М.: Информэнерго, 1988.
5. Василевский В. В. Пути сокращения сроков и удешевления строительства бетонных плотин в суровых климатических условиях. Известия ВНИИГ, 2009. Т. 254.



# ЗАО «КОРПОРАЦИЯ «СПЕЦМОРСТРОЙ»

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА  
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ЮГЕ РОССИИ С 50-ЛЕТНИМ ОПЫТОМ РАБОТЫ

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ЗАО «КОРПОРАЦИЯ «СПЕЦМОРСТРОЙ» —  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ



Гидротехнические сооружения  
Морского терминала КТК-Р



Туапсинский балкерный терминал



Создание грузового района порта  
Сочи с береговой инфраструктурой в  
устье реки Мзымта

**Корпорация «Спецморстрой» выполняет весь комплекс гидротехнических работ при возведении морских и речных гидротехнических сооружений: строительство набережных и причалов, оградительных и пляжных сооружений, подводно-технические, дноуглубительные и намывные работы, возведение сооружений из бетонных массивов, строительство дамб, берегоукрепительные работы.**

ЗАО «Корпорация «Спецморстрой» является членом некоммерческого партнерства «Саморегулируемой организации «Межрегиональное объединение строителей». Предприятие имеет Свидетельство о допуске к работам, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства.

Основные направления деятельности компании:

- проектирование объектов морского, общегражданского и промышленного назначения;
- строительство объектов промышленного назначения, капитальный ремонт объектов;
- изготовление стальных металлических конструкций, производство сборных бетонных конструкций;
- инженерно-консультационные услуги, геодезическая и картографическая деятельность;
- эксплуатация судов технического флота.

Специалистами Корпорации построено более 200 объектов по заказам различных министерств, в том числе морского флота, судоремонтной промышленности, транспортного строительства, промышленного и гражданского строительства, обороны и здравоохранения.

Партнеры Корпорации «Спецморстрой»: ЗАО «КТК-Р», ОАО «НУТЭП», Новороссийский филиал ФГУП «Росморпорт», ОАО «Черномортранснефть», ООО «Сочиморстрой», ООО «ГТ-ЮгТранстрой».

За последние несколько лет ЗАО «Корпорация «Спецморстрой» осуществило следующие работы: строительство гидротехнических сооружений базы отдыха «Нефтяник», дооборудование гидротехнических сооружений Морского терминала «КТК-Р», строительство Туапсинского балкерного терминала, базы для стоянки маломерных судов в районе морского порта Анапа, проектирование и строительство причала местных линий в пос. Джанхот.

Сейчас ЗАО «Корпорация «Спецморстрой» ведет строительство олимпийских объектов в Сочи. В ходе подготовки к Олимпиаде 2014 года в городе-курорте необходимо создать грузовой район порта Сочи с береговой инфраструктурой в устье реки Мзымта. Строительные грузы для возведения олимпийских объектов будут доставляться по морю. Поэтому на территории грузового района одновременно строятся несколько объектов. К началу Зимней Олимпиады все они будут перепрофилированы в инфраструктуру яхтинга, где будет создан универсальный морской клуб. Задачи корпорации — возведение уникальной берегоукрепительной системы.



ЗАО «Корпорация  
«Спецморстрой»  
Тел. (8617) 63-23-45  
Тел./факс: (8617) 71-38-81  
spetsmorstroy\_cp@mail.ru  
353910, Краснодарский  
край, г. Новороссийск,  
Суворовская ул., 71

## КОМПАНИЯ «ОВАЦИЯ»: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ШПУНТОВЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

Современный город растет и развивается: появляются новые проекты высотных зданий, инновационные идеи по реконструкции исторических памятников архитектуры с устройством подземных этажей, паркингов, а также набирает обороты строительство причалов и дорожной инфраструктуры. При строительстве таких сооружений в качестве ограждающих и подпорных конструкций широко используется шпунт.

Выполнение работ нулевого цикла в условиях плотной городской застройки всегда осложняется стесненными условиями площадки строительства и ограничениями по технологическим воздействиям на существующие здания. В большинстве случаев применение традиционных методов ведения работ и тяжелой строительной техники при разработке подземного пространства в историческом центре Петербурга невозможно без щадящих технологий.

Компания «Овация» является лидером на рынке стройиндустрии по устройству шпунтовых стен, а также известна как крупный поставщик стального шпунта высокого качества производства Arcelor Mittal (Люксембург, Бельгия).

Практичность и эффективность применения шпунтовых ограждений подтверждена не только в России, но и мировым опытом подземного строительства в Голландии, Японии, Бельгии и других странах. За счет чего достигается универсальность применения шпунтового ограждения, рассмотрим на опыте компании «Овация».

Прежде всего компания в совершенстве освоила передовой современный метод производства работ по устройству шпунта в стесненных условиях — метод *статического вдавливания*. Этот метод позволяет выполнять работы в непосредственной

близости от существующих зданий без динамических и технологических воздействий, что подтверждено результатами геодезического и динамического мониторинга на выполненных проектах в историческом центре Санкт-Петербурга. Следует также отметить отсутствие «мокрых» процессов и возможность многократного использования шпунта на крупных объектах.

Для выполнения работ по статическому вдавливанию используются современные японские установки Giken. К примеру, установка ECO700S Giken работает бесшумно, в автоматическом режиме, обладает высокой производительностью и позволяет точно контролировать погружение каждой шпунтовой сваи.

**Некоторые технические характеристики установки ECO700S:**

- максимальное усилие при вдавливании шпунта — 112 т;
- максимальное усилие при извлечении шпунта — 122 т;
- амплитуда (ход поршней зажима) — 1100 мм;
- скорость вдавливания 2,8–37,3 м/мин.;
- скорость извлечения — 1,0–29,8 м/мин.;
- управление — дистанционное.

**Для справки.** С помощью установок Giken в Японии, где также достаточно тесная застройка и в целом мало свободного места для строительства, вдавливается в общей сложности до 3 млн тонн шпунта в год. Также это оборудование применяется в Европе и Америке (в совокупности до 1 млн тонн в год).

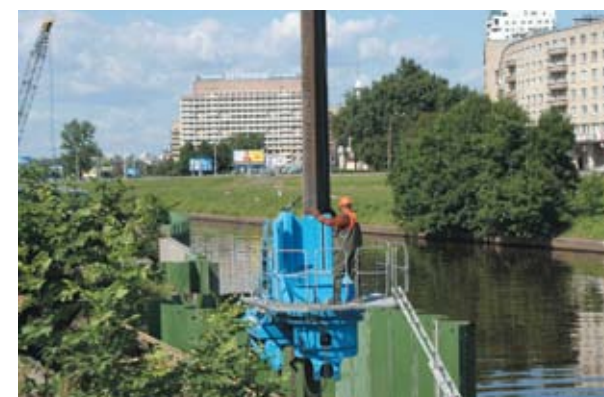
Поставщик оборудования — японская компания Giken и европейский производитель шпунта Arcelor Mittal — являются стратегическими партнерами компании «Овация». Реализованные проекты с применением новой технологии статического вдавливания по достоинству оценили наши заказчики.

При разработке технических решений по устройству котлованов, паркингов, подземных переходов, причалов также используются передовые геотехнические программные комплексы, позволяющие в полном объеме оценить работу ограждающей конструкции в конкретных грунтовых условиях, оценить степень риска применяемого технического решения и разработать последовательность реализации проекта. Наш многолетний опыт и накопленная информационная база по грунтам Северо-Западного региона позволяют выполнять проекты любой сложности.

Специалисты компании «Овация» готовы предоставить подробную информацию по техническим установкам, существующим технологиям производства работ, а также организовать производственные экскурсии и детально познакомить с возможностями компании.



ООО «Овация»  
199155 Санкт-Петербург,  
пер. Декабристов, д. 20, лит. А, ком. 414  
Тел. (812) 363-3169, факс (812) 350-1118  
www.ovacia-shpunt.ru



Берегоукрепление р. Большая Охта  
на объекте «Общественно-деловой центр «Охта»



# ПРИМЕНЕНИЕ ВИБРОГРЕЙФЕРОВ — ПУТЬ К СНИЖЕНИЮ СЕБЕСТОИМОСТИ В РАБОТАХ НУЛЕВОГО ЦИКЛА



**Азбель Г. Г.**

к. т. н., старший научный сотрудник, консультант  
ОАО «Охтинский завод строительных машин»

**Верстов В. В.**

к. т. н., профессор СПбГАСУ, член РОМГТФ  
и Восточно-Европейского союза экспертов (Берлин)

**Гольденштейн И. В. (на фото)**

генеральный директор  
ОАО «Охтинский завод строительных машин»

**Кириллов Д. М.**

заместитель генерального директора по маркетингу и сбыту  
ОАО «Охтинский завод строительных машин»

Особые трудности при погружении свай-оболочек и обсадных труб возникают во время извлечения из полости глинистых грунтов, когда использование средств гидромеханизации или буровых станков невозможно или малоэффективно. Применение для этой цели челюстных канатных грейферов не обеспе-

чивает высокой производительности работ, так как в плотных грунтах внедряясь под действием собственного веса грейфер (даже утяжеленной конструкции) не заполняет ковша. Условия резания грунта при закрывании грейфера ограничивают высоту челюстей и рабочую вместимость грейфера. И без того малая вместимость грейфера ограничивается еще и размером его раскрытых челюстей, который должен быть меньше внутреннего диаметра оболочки. Применение челюстных грейферов напорного типа требует наличия сложной, дорогостоящей специальной установки, что резко повышает себестоимость работ.

Задача извлечения песчаных и глинистых (до полутвердой консистенции) грунтов из полостей погружаемых свай-оболочек (обсадных труб) эффективно решается применением виброгрейферов продольно-вращательного действия. В настоящее время разработаны и используются виброгрейферы, обеспечивающие извлечение грунта из свай-оболочек (обсадных труб) внутренним диаметром от 480 мм и выше.

Виброгрейфер продольно-вращательного действия (рис. 1)

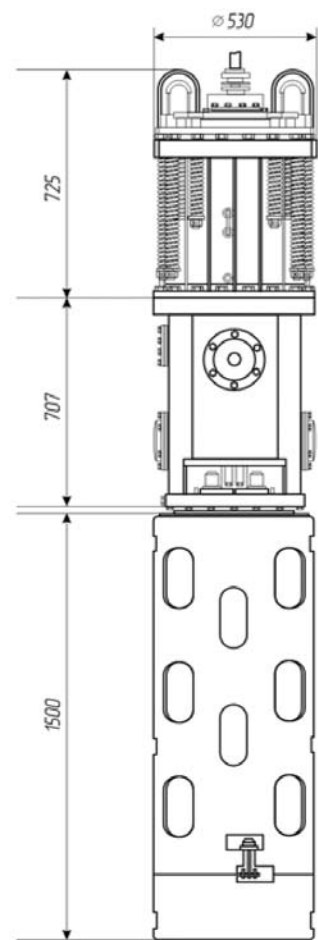
представляет собой мобильный погружной снаряд, работающий в комплексе с грузоподъемным механизмом (ГПМ), обеспечивающим его опускание на дно забоя, подъем после набора грунта и транспортирование к месту разгрузки. Отличительная особенность виброгрейфера состоит в том, что он позволяет погружать грунтозаборник в грунт и разгружать его при наиболее эффективных для этой цели продольных колебаниях, а срыв керна относительно массива грунта и извлечение грунтозаборника производить при вращательных колебаниях. Перевод виброгрейфера с одного вида колебаний на другой производится дистанционно.

Для снижения динамической нагрузки на конструкцию ГПМ виброгрейфер снабжен амортизатором. Виброгрейферы легко навешиваются на крюковую подвеску любого ГПМ достаточной грузоподъемности без его переоборудования, что является важным эксплуатационным достоинством, так как позволяет использовать один и тот же ГПМ для различных видов работ на строительной площадке.

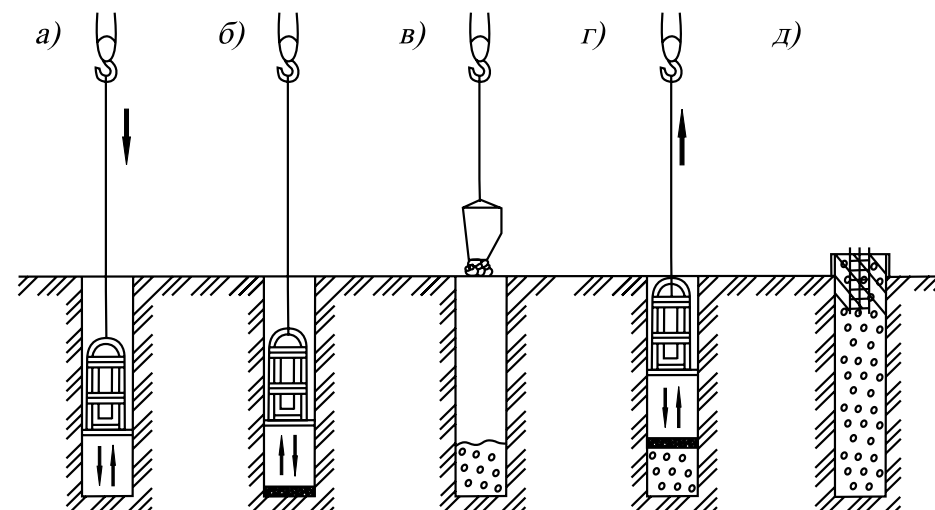
Работа виброгрейфера продольно-вращательного действия осуществляется при следующих режимах:

- погружение виброгрейфера в грунт — при продольных колебаниях, позволяющих эффективно осуществлять набор грунта; при этом набор грунта под защитой обсадной трубы не вызывает опасных воздействий на здания и сооружения, расположенные вблизи от места производства работ;
- срыв и извлечение виброгрейфера с заполнившим грунтозаборник грунтовым керном — при вращательных колебаниях, обеспечивающих проскальзывание грунтозаборника относительно прилегающего грунта, снижающих усилие извлечения по сравнению со статическим в 2–3 раза, а также генерирующих минимальный уровень колебаний в окружающий грунт;
- разгрузка виброгрейфера — при продольных колебаниях.

Особенность работы виброгрейфера состоит в том, что его грунтозаборник только прорезает грунт



**Рис. 1. Виброгрейфер ПВ 530**



**Рис. 2. Технологическая схема изготовления набивной сваи без обсадки скважин с помощью виброгрейфера.**

а — проходка скважины; б — уплотнение забоя; в — бетонирование; г — послойное уплотнение бетонной смеси; д — готовая свая

тонкими стенками, а затем керн заполнивший внутреннюю полость извлекается на поверхность и разгружается. Такой принцип работы виброгрейфера позволяет осуществлять проходку скважин большого диаметра без существенного повышения мощности механизма, его массы и габаритов.

Герметичность конструкции виброгрейфера позволяет его использовать под водой или глинистым раствором. Имеется положительный опыт применения виброгрейферов для извлечения грунта из свай-оболочек насухо (с глубины до 30 м) и из-под воды (с глубины до 25 м).

Сравнительные испытания виброгрейферов, обычных канатных грейферов и буровых станков при извлечении грунта из внутренней полости свай-оболочек в условиях строительной площадки, сложенной глинистыми грунтами, в основном от тугопластичной до полутвердой консистенции с включениями гальки и гравия, показали, что средняя производительность виброгрейфера превышает аналогичные показатели канатных грейферов в 3–4 раза, а буровых станков — 10 раз. При этом доля затрат времени на выемку грунта снижается с 85 до 50% от общей длительности цикла работ по погружению оболочки, также немаловажной является возможность исключения операции по перегрузке извлеченного из свай-оболочек грунта за счет разгрузки его виброгрейфером непосредственно в автотранспорт.

При подборе виброгрейфера для извлечения грунта из свай-оболочек и обсадных труб необходимо учитывать, что диаметр его грунтозаборника должен быть не менее чем на 100 мм меньше внутреннего диаметра погружаемого элемента.

Грунтозаборники виброгрейферов оснащаются специальными насадками, сечение которых выбирают в зависимости от типа разрабатываемого грунта. Задача насадок, практически не увеличивая сопротивление внедрению виброгрейфера, обеспечить удержание грунта в грунтозаборнике при его извлечении и легком его опорожнении (разгрузке).

При работе в особо слабых грунтах, когда удержание керна в грунтозаборнике даже с помощью мно-

гочаечной насадки становится затруднительным, применяется грунтозаборник, снабженный челюстями, управляемыми гидроприводом. Сами челюсти и их привод обладают небольшим лобовым сопротивлением и практически не влияют на погружающую способность виброгрейфера.

Кроме того, виброгрейфер может комплектоваться трамбующим днищем, установленным вместо сменной насадки и предназначенным для трамбования дна скважин и послойного трамбования бетона.

В комплект оборудования виброгрейфера может входить направляющее устройство, обеспечивающее вертикальность оси вибронбивной сваи, изготавливаемой без применения обсадных труб.

Изготовление набивных свай с выемкой грунта без обсадки скважины осуществляют виброгрейферами, которые целесообразно использовать при работе в песках со степенью влажности  $0,2 < G < 0,5$ , плотных и средней плотности, в глинистых грунтах с показателем консистенции  $0 < J_L < 0,6$ , прочных и средней прочности лессах и лессовидных грунтах.

После установки направляющего устройства по оси скважины и выверки его вертикальности виброгрейфер опускают в направляющее устройство и погружают в грунт под действием продольных колебаний. Наполнение грунтозаборника прекращается при существенном снижении скорости погружения виброгрейфера. Извлечение виброгрейфера выполняется в режиме вращательных колебаний при минимальной скорости подъема грузового крюка, а разгрузка грунтозаборника осуществляется при продольных или вращательных колебаниях до полного его освобождения от грунта.

После проходки лидерной скважины глубиной 1,5–2,0 м направляющее устройство снимают и переставляют на ось следующей скважины. Проходку скважины до проектной отметки продолжают повторением указанных операций, при этом проходку последних 1,5 м скважины производят непосредственно перед бетонированием.

Уплотнение забоя скважины производят при продольных колебаниях циклами по 15–30 секунд с использованием трамбующего днища. По окончании



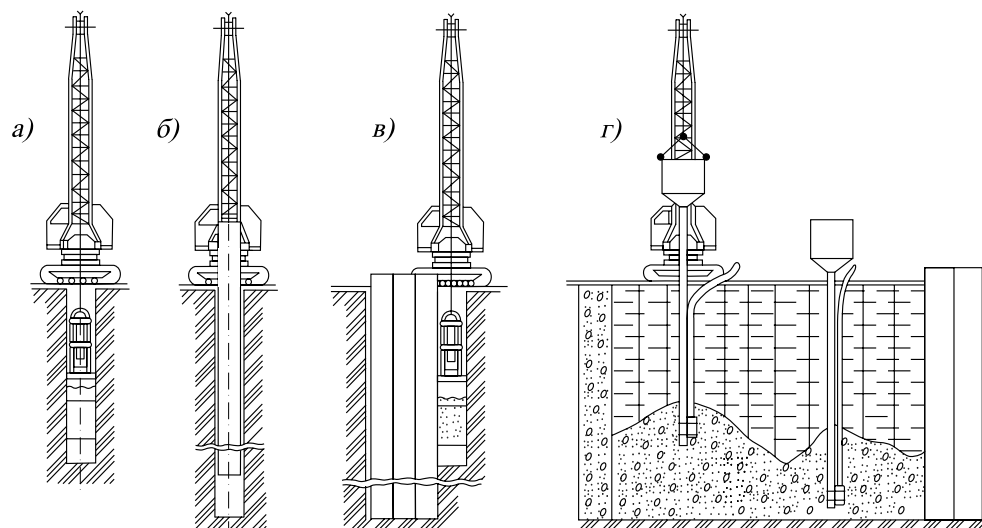


Рис. 3. Схема устройства траншейной стенки методом секущихся скважин с использованием виброгрейфера:

а — проходка первой скважины виброгрейфером; б — опускание инвентарного направляющего, трубчатого элемента; в — дальнейшая проходка скважины; г — вибрационная укладка бетона бетонolitными трубами с глубинными вибраторами

уплотнения забоя выполняют визуальный осмотр скважины.

Укладка малоподвижных бетонных смесей в скважину осуществляется свободным сбрасыванием через приемную воронку с послойным уплотнением бетона либо трамбуящим днищем, либо, при необходимости с помощью глубинного вибратора. Технологическая схема работ показана на рис. 2.

Особое внимание надо уделять подготовке забоя перед бетонированием. В песчаных грунтах забой необходимо уплотнять трамбуящим днищем, а в глинистых необходимо втрамбовывать в забой скважины бетон или щебень.

Определение расчетных нагрузок, допускаемых на сваю, и сопоставление их с результатами статических испытаний показали, что расчет несущей способности набивных свай, изготовленных с помощью виброгрейфера в однородных маловлажных пылеватых песках допустимо производить как для виброштампованных. Расчетные нагрузки на сваи, изготовленные в глинистых грунтах, могут приниматься как для буронабивных с учетом рекомендаций по повышению расчетных сопротивлений под пятой сваи.

Виброгрейферы позволяют осуществлять проходку выработок в грунте для устройства опор сложной конфигурации в плане. Проходка прямоугольной в плане выработки в принципе ничем не отличается от проходки обычных скважин.

Выработки более сложного сечения проходят, используя направляющие стойки, служащие разграничителями между пройденной и разрабатываемыми частями выработки и предохраняющие виброгрейфер от заваливания. В качестве направляющих стоек используются балки профильного сечения (двутары, швеллеры и т. п.) или трубы с приваренными к ним листами металла шириной, равной ширине выработки. Нижнюю часть стоек устанавливают на забой выработки, а верхнюю фиксируют от сдвижек.

Накоплен позитивный опыт устройства более 500 набивных свай диаметром около 500 мм и глу-

биной 12 м, устраиваемых с помощью виброгрейфера, в грунтовых условиях характеризующихся как влажными супесями, переходящими в суглинки, подстилаемыми крупнозернистыми песками, так и плитными мореными суглинками, содержащими валунно-галичные отложения. При этом скорость проходки скважин составляла до 13 м/час.

Весьма эффективным является применение виброгрейферов и при устройстве траншейных стенок. Так, при технологии, предусматривающей бурение лидерных скважин в сочетании с работой плоского канатного грейфера, позволяет резко увеличить скорость проходки при сокращении вспомогательных операций и уменьшении объема глинистого раствора при практически полном исключении загрязнения строительной площадки.

Виброгрейферы продольно-вращательного действия также дают возможность разрабатывать траншеи в мягких грунтах методом секущихся скважин (рис. 3). С помощью виброгрейфера осуществляется проходка первой скважины на проектную глубину, в нее опускается инвентарный трубчатый элемент диаметром, соответствующим диаметру скважины. Трубчатый элемент, имеющий вогнутость вдоль образующей, служит направляющей для проходки следующей скважины. При проходке траншей, как правило, используются два-три поочередно переставляемых трубчатых элемента. Бетонирование удобно осуществлять вибрационной укладкой малоподвижных бетонных смесей с длиной захватки около 3 м.

Этот способ при использовании виброгрейферов продольно-вращательного действия может успешно применяться для устройства траншейных стен в условиях стесненных строительных площадок вблизи существующих сооружений.

По мере поступления новых статистических данных с объектов перечень технологий, где целесообразно использовать такого рода технику, расширяется, что позволяет говорить о виброгрейферах, как о перспективном классе вибрационных машин.

# ОАО «ОХТИНСКИЙ ЗАВОД СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН»

## ОЗСМ



### производит и поставляет:

#### ВИБРОПОГРУЖАТЕЛИ

#### с гидравлическим и электрическим приводом

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  
www.ozsm.ru





Общество с ограниченной ответственностью

# ТПК

www.tpk-stroy.ru

## ШПУНТ ЛАРСЕНА

Шпунт Л-4,  
Шпунт Л-5,  
Шпунт Л5-УМ,  
Шпунт Arcelor,  
Шпунт HSP, ПШС

Продажа  
Аренда  
Погружение  
Выемка

Инъекционные  
анкера  
«TITAN»

ООО «ТПК»  
Санкт-Петербург, Богатырский пр., д. 18, корп. 4  
Тел. (812) 329-8867, 324-9755, <http://www.tpk-stroy.ru>

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ НА ВОДНОТРАНСПОРТНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ



Шурухин Л. А.,  
начальник отдела  
гидротехнических  
сооружений ЗАО «Акватик»



Малинин Д. А.,  
ведущий инженер  
ООО «СК «ИнжПроектСтрой»,  
аспирант ПГТУ

В статье представлен совместный опыт ЗАО «Акватик» и ООО «СК «ИнжПроектСтрой» применения современных материалов и технологий при проектировании и строительстве причально-направляющих сооружений между шлюзами № 3 и № 4 Волго-Балтийского канала.

Рассматриваемые причально-направляющие сооружения входят в состав проекта «Реконструкция комплекса пришлозовых и межшлюзовых причальных сооружений Вытегорского района гидросооружений и судоходства ГБУ «Волго-Балт», цель которого — повышение судопропускной способности каскада шлюзов северного склона Волго-Балтийского канала. Функциональное назначение стенок между шлюзами № 3 и № 4 — обеспечение необходимых габаритов судового хода и возможности швартовки судов при двустороннем движении на данном участке канала.

Сооружения выполнены в виде тонкой стенки из заанкерowanego металлического шпунта (рис. 1). В конструкции одной из стенок применялись следующие современные технические решения:

- Анкерное крепление шпунтового ряда буро-инъекционными анкерами Titan 40/16 производства компании Ischebeck.

- Устройство подъездной дороги, проходящей по акватории от головы шлюза до причально-направляющей стенки в виде насыпи песчаного грунта в замкнутой обойме из геоткани Stablenka 1000/100 производства компании Huesker Synthetic.

### Устройство буро-инъекционных грунтовых анкеров

Определяющим фактором, повлиявшим на выбор конструктивного решения с применением грунтовых анкеров Titan, являлось функциональное назначение сооружения — расширение канала, который на данном участке проходит в глубокой выемке. Лицевая грань сооружения врезана в борт канала, поэтому у сооружения практически нет обратной засыпки. Устройство классической схемы анкерного крепления с помощью стальных тяг круглого сечения за сборные железобетонные плиты в данном случае привело бы к увеличению объема выемки грунта в 2,5 раза, а при наличии подъездных путей к сооружению только с одной стороны и стесненных условий вдоль сооружения — к существенному увеличению сроков строительства.

Для определения фактической несущей способности анкеров Titan по грунту была проведена серия опытных работ в натурных условиях.

Согласно расчетам, рабочая нагрузка на анкер (при шаге анкеров в плане 1,5 м) составляет 300 кН. При этом, согласно положениям ВСН 506-88 «Проектирование и устройство грунтовых анкеров», постоянные анкера при испытаниях должны выдерживать нагрузку с коэффициентом запаса 1,5, т. е. равную в данном случае 450 кН.

Проектом предусматривалось устройство анкеров Titan 40/16 длиной 12,0 м.

Анкера Titan состоят из полых штанг длиной 3,0 м диаметром 40 мм с наружной накатной резьбой, соединенных между собой муфтами. Для обеспечения коррозионной защиты штанг в цементном теле анкера на каждую штангу устанавливается металлический центратор. Диаметр буровой головки у всех анкеров составлял 150 мм.

Грунтовый массив в рамках строительного объекта был представлен двумя характерными

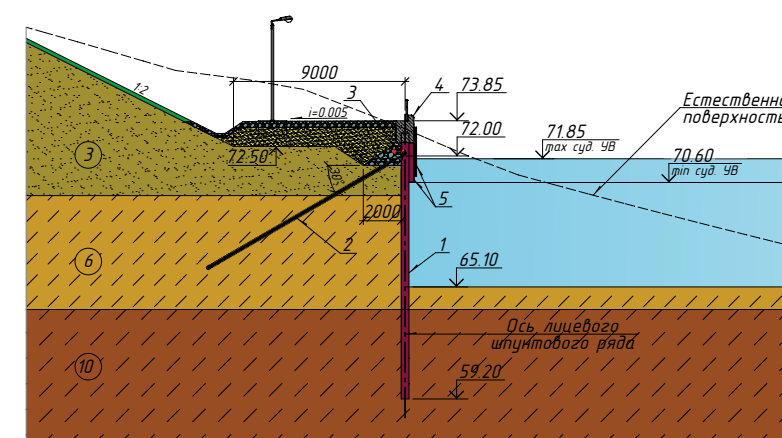


Рис. 1. Поперечный разрез причально-направляющей стенки:

1 — металлический шпунт АУ-16; 2 — анкер Titan 40/16; 3 — распределительный пояс; 4 — железобетонный оголовок; 5 — отбойные устройства





Рис. 2. Устройство опытного анкера в глине

участками: супесью песчанистой и глиной пластичной консистенции.

В рамках испытаний были устроены 15 анкеров Titan различной длины (рис. 2). Всего было выполнено три опытных участка в глинистых грунтах и один участок в супесях.

Для сравнения несущей способности на трех опытных участках были установлены по одному анкеру «Атлант» длиной 12,0 м.

«Атлант» — это технология устройства анкерных свай, основанная на использовании в качестве специальных теряемых буровых штанг полых высокопрочных труб, которые по окончании бурения стандартных высокопрочных труб, массово выпускаемых российскими металлургическими заводами.

В настоящее время анкерные сваи «Атлант» являются единственной отечественной альтернативой сваям Titan. При этом «Атлант» является более экономичной технологией из-за использования стандартных высокопрочных труб, массово выпускаемых российскими металлургическими заводами.

Анкера всех типов испытывали выдергивающей нагрузкой, согласно ГОСТ 5686-94 «Грунты. Методы полевых испытаний сваями» и ВСН 506-88 «Проектирование и устройство грунтовых анкеров». Испытания проводили спустя 25–30 суток после установки анкеров.

Для испытаний на каждом опытном участке была устроена массивная монолитная железобетонная плита. Нагрузку на анкер прикладывали с помощью двух гидравлических домкратов ДГ-50-150 общей максимальной нагрузкой 1000 кН или одним домкратом ГЦП-53-150 с максимальной нагрузкой 530 кН. Перемещения концевой части анкера измеряли индикатором часового типа ИЧ-50, установленным на независимо закрепленном штативе.

Нагружение анкеров производили ступенчато, с выдержкой нагрузки 10–15 минут до стабилизации перемещений. Результаты испытаний приведены на рис. 3.

Несущая способность анкеров на участке, устроенном в супесях, соответствовала требованиям проекта.

Анкера «Атлант» в глинистых грунтах показали результаты выше анкеров «Титан». Это связано с тем, что в конструкцию штанг «Атлант» включены дополнительные анкерные элементы — гомогенизаторы, представляющие собой металлические лопасти из прокатных профилей, приваренные к штангам. Применение гомогенизаторов позволило улучшить качество выхода бурового шлама при устройстве анкеров, увеличить диаметр тела анкера, а также повысить однородность цементного раствора в теле анкера.

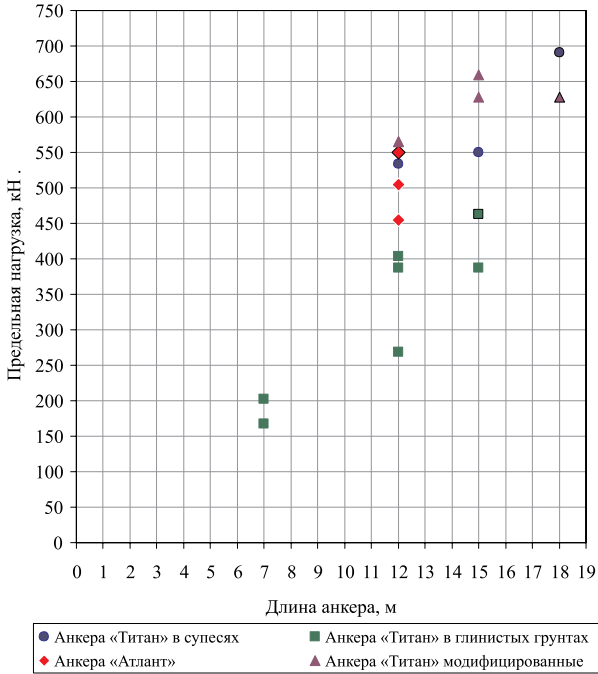


Рис. 3. График зависимости предельной нагрузки от длины анкеров

Испытания анкеров в глинистых грунтах показали, что несущая способность анкеров оказалась ниже величины требуемой проектом.

С целью повышения несущей способности анкеров в глинистых грунтах был устроен четвертый опытный участок с пятью анкерами Titan, модифицированными посредством приварки на муфты трех лопастей из листовой стали.

На рис. 3 показано, что модификация конструкции соединительной муфты привела к значительному увеличению несущей способности анкеров по грунту. Для уменьшения перемещений анкеров по грунту при рабочих нагрузках было принято решение увеличить длину анкеров Titan в зоне глинистых грунтов с 12,0 до 15,0 м.

Работы по устройству основных анкеров Titan выполняли параллельно с устройством шпунтового ряда. Очень важно, что при производстве работ был выдержан технологический интервал между вибропогружением шпунта и устройством грунтовых анкеров, необходимый для предотвращения возможной опасности обрушения ствола скважины анкера при вибрации грунта.

Основными плюсами технологии устройства буринъекционных анкеров Titan являются:

- ♦ высокая эффективность при использовании в песчаных грунтах естественного сложения;
- ♦ простота устройства — средняя производительность работ одним механизмом составляла 10 анкеров в смену;
- ♦ технологичность устройства — возможность выполнять работы одновременно несколькими механизмами.

Следует отметить, что расчет несущей способности анкеров существенно зависит от типа и свойств грунтов. Так, например, рис. 3 показывает, что несущая способность анкеров в песчаных грунтах в 1,5 раза выше, чем в глинистых.

Особо отметим, что сильное влияние на фактическую несущую способность анкеров по грунту оказывает неоднородность грунтового основания. По результатам испытаний можно сделать вывод, что проектирование и расчет несущей способности анкеров следует выполнять в строгом соответствии с методикой, разработанной компанией Ischebeck на основе DIN 1054-2005.

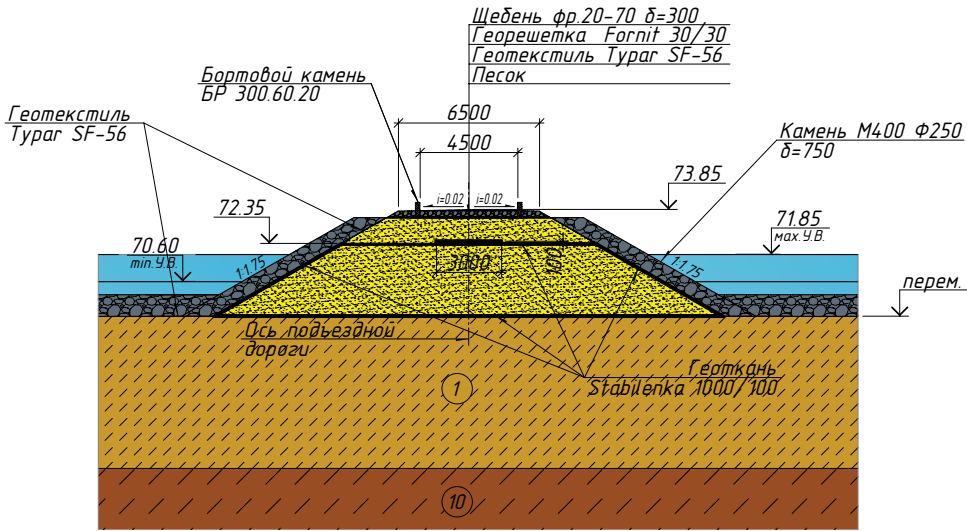


Рис. 4. Поперечный профиль подъездной дороги

По сравнению с вариантом применения буринъекционных анкеров Titan устройство классической схемы анкерного крепления с помощью стальных тяг круглого сечения за сборные железобетонные плиты в данном случае привело бы к удорожанию стоимости объекта на 20%.

### Устройство подъездной дороги в обойме из геоткани

Необходимость устройства подъездной дороги в виде насыпи песчаного грунта в замкнутой обойме из геоткани Stabilenka обусловлена в первую очередь инженерно-геологическими условиями — дно акватории сложено текучими супесями с мощностью слоя до 7,0 м, с весьма низкими прочностными характеристиками и склонностью к разжижению под влиянием механических воздействий.

Вторым фактором, повлиявшим на выбор такого конструктивного решения, стал режим эксплуатации участка канала между шлюзами № 3 и № 4. Шлюзы № 3 и № 4 расположены на расстоянии одного километра друг от друга. Канал на данном участке проходит в глубокой выемке, т. е. площадь зеркала минимальная, и при несинхронной работе шлюзов уровень воды в бьефе изменяется на 0,5 м за 10 минут. Поэтому необходимо было обеспечить устойчивость и целостность насыпи в условиях работы при многократном воздействии переменного разнонаправленного напора и течения воды.

На основании расчетов, выполненных специалистами представительства Huesker Synthetic GmbH в России, выбрана марка Stabilenka 1000/100, т. е. в направлении раскатывания рулона полоса ткани шириной 1,0 м выдерживает нагрузку на разрыв 1000 кН.

Stabilenka — высокомодульный тканый материал из полиэстера, способный воспринимать высокие растягивающие нагрузки при незначительном относительном удлинении. Кроме того, материал обладает высокой устойчивостью к химическим и биологическим воздействиям. Материал Stabilenka поставляется в рулонах шириной 5,0 м и длиной от 50,0 до 200,0 м.

Применительно к гидротехническим сооружениям следует иметь в виду, что геоткань Stabilenka не дает гарантии суффозионной прочности насыпи, поэтому в конструкциях напорных грунтовых сооружений ее необходимо применять в сочетании с геотекстилем.

Для сохранения площади зеркала бьефа в конструкции дороги предусмотрено два водопропускных сооруже-

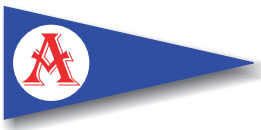
ния в виде трех ниток сборных железобетонных труб диаметром 1,4 м.

По сравнению с вариантом применения материала Stabilenka устройство подъездной дороги из каменной наброски привело бы к удорожанию стоимости работ на 25%.

Работы по устройству подъездной дороги выполняли в навигационный период при многократном воздействии разнонаправленного сильного течения воды. Перед укладкой геоткани Stabilenka на берегу производилась раскатка и резка рулона на необходимые отрезки. Укладка геоткани на дно акватории производилась при помощи водолазов с контролем проектной величины перехлеста полотен, равной 1,0 м. Следует отметить, что материал обладает хорошей плавучестью, и поэтому его укладку необходимо производить совместно с устройством насыпи, которое в данном случае производилось пионерным способом в одном направлении. При отсыпке насыпи применяли песок из отсеков дробления, что позволило сократить потери грунта на размыв и соблюсти проектный контур сооружения.

В настоящее время подъездная дорога интенсивно используется для вывоза грунта, получаемого при расширении канала на данном участке. Деформаций сооружения не наблюдается.

В заключение отметим, что для применения современных материалов и технологий в области гидротехнического строительства необходимо проводить натурные испытания и тщательный анализ полученных данных, т. к. только правильно проведенный эксперимент позволяет достоверно судить об эффективности применяемых материалов и технологий.



**ЗАО «Акватик»**  
Тел.: (495) 787-49-84,  
факс: (495) 787-49-85  
[www.aquatic.ru](http://www.aquatic.ru)



**ООО «Строительная компания «ИнжПроектСтрой»**  
Тел./факс: (499) 195-25-41,  
(342) 219-63-61  
[www.jet-grouting.ru](http://www.jet-grouting.ru)



# 4.

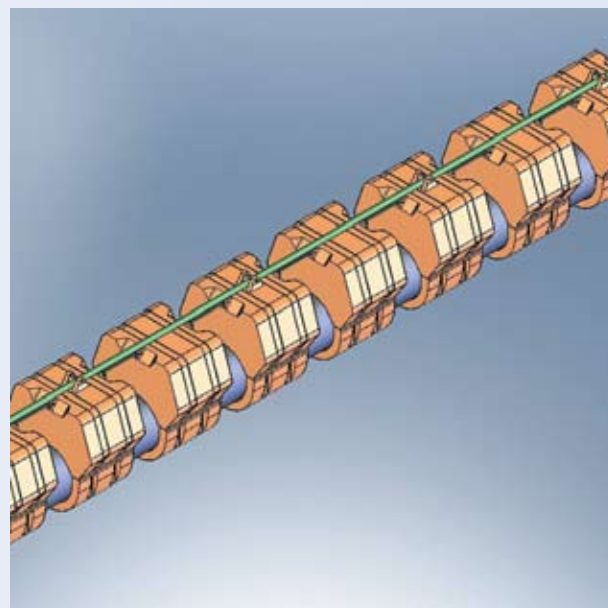
58–71

**ГИДРОМЕХАНИЗАЦИЯ.  
ПОДВодно-  
ТЕХНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ  
И ОБОРУДОВАНИЕ**

ВОДОЛАЗНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

ОБСЛЕДОВАНИЕ  
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ  
СООРУЖЕНИЙ

ПЛАВУЧИЕ ТРУБОПРОВОДЫ



**МОРСКИЕ ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

[www.mpkit.ru](http://www.mpkit.ru)  
 (86141) 99771

**Неразрушающий  
контроль под водой**

**Телеуправляемые  
Подводные Аппараты**

**Водолазное  
Цифровое  
Телевидение**

## ПОДВОДСПЕЦМОНТАЖ

Водолазные работы любой сложности

- Прокладка, обследование и ремонт подводных трубопроводов
- Прокладка, обследование и ремонт электросиловых кабелей
- Прокладка и обследование кабелей связи
- Строительство, обследование и ремонт различных видов гидротехнических сооружений
- Подводная сварка и резка
- Подводная фото и видео съёмка



Санкт-Петербург, ул. Фурштадская, д.19  
Тел.: +7 (812) 591-06-26, +7 (812) 909-66-82

Эл.почта: [psm-arta@yandex.ru](mailto:psm-arta@yandex.ru)  
[www.vodolaz-psm.ru](http://www.vodolaz-psm.ru)



## ГЛУБОКОВОДНЫЕ ВОДОЛАЗНЫЕ КОМПЛЕКСЫ, РАЗМЕЩАЕМЫЕ НА СУДАХ



**Радюкин Ю.С.,**  
начальник отдела водолазных систем  
и оборудования ОАО «ТЕТИС ПРО»

Глубоководный водолазный комплекс — это сложное техническое сооружение, предназначенное для обеспечения водолазных спусков и работ на глубинах до 300 и более метров, которые осуществляются методом длительного пребывания (ДП) или методом краткосрочных погружений (КП).

Первые сообщения о водолазных спусках методом ДП, или, как их еще называют, «насыщенных погружений», появились в зарубежной литературе в 60-х годах XX века. Сущность метода состоит в том, что наиболее травматичный для водолаза процесс — декомпрессия — производится не после каждого кратковременного спуска водолаза на глубину, а только один раз, после его длительного пребывания под рабочим давлением. Метод насыщенных погружений экономит время, менее вреден для здоровья водолаза и может рассматриваться как предпосылка к активному освоению человеком морских глубин.

При таких спусках для отдыха водолазов используются, как правило, специальные жилые барокамеры, которые оборудуются системами жизнеобеспечения и заполняются оптимальной для рабочей глубины газовой смесью, сжатой до давления, равного заборному. Повышение давления до рабочего в барокамерах с водолазами начинается за несколько часов до первого спуска, по окончании работ рекомпрессия водолазов в барокамерах проводится в течение нескольких суток.

Сложный и потенциально опасный процесс проведения водолазных спусков методом ДП требует высокой подготовки обслуживающего персонала и водолазов-глубоководников, тщательного продуманных технических решений и высокотехнологичного оборудования, такого как судовые глубоководные водолазные комплексы длительного пребывания (ГВК ДП).

ГВК ДП представляют собой барокамеры в сочетании с комплексом дополнительных технических средств, размещенные на судах, катерах, плавбазах и других специализированных плавсредствах. ГВК ДП — это сложная инженерная система, существенно влияющая на облик судна-носителя и его тактико-технические характеристики.

За рубежом активное строительство ГВК ДП ведется с 70-х годов XX века. Толчком для развития этой отрасли явилось освоение нефтяных месторождений на шельфе. На рубеже XX–XXI веков из-за резкого повышения цен на нефть произошел скачок в развитии шельфовой нефтедобычи, что повлекло за собой массовое проектирование и строительство ГВК ДП и их судов-носителей. Так, за период 1970–2008 гг.

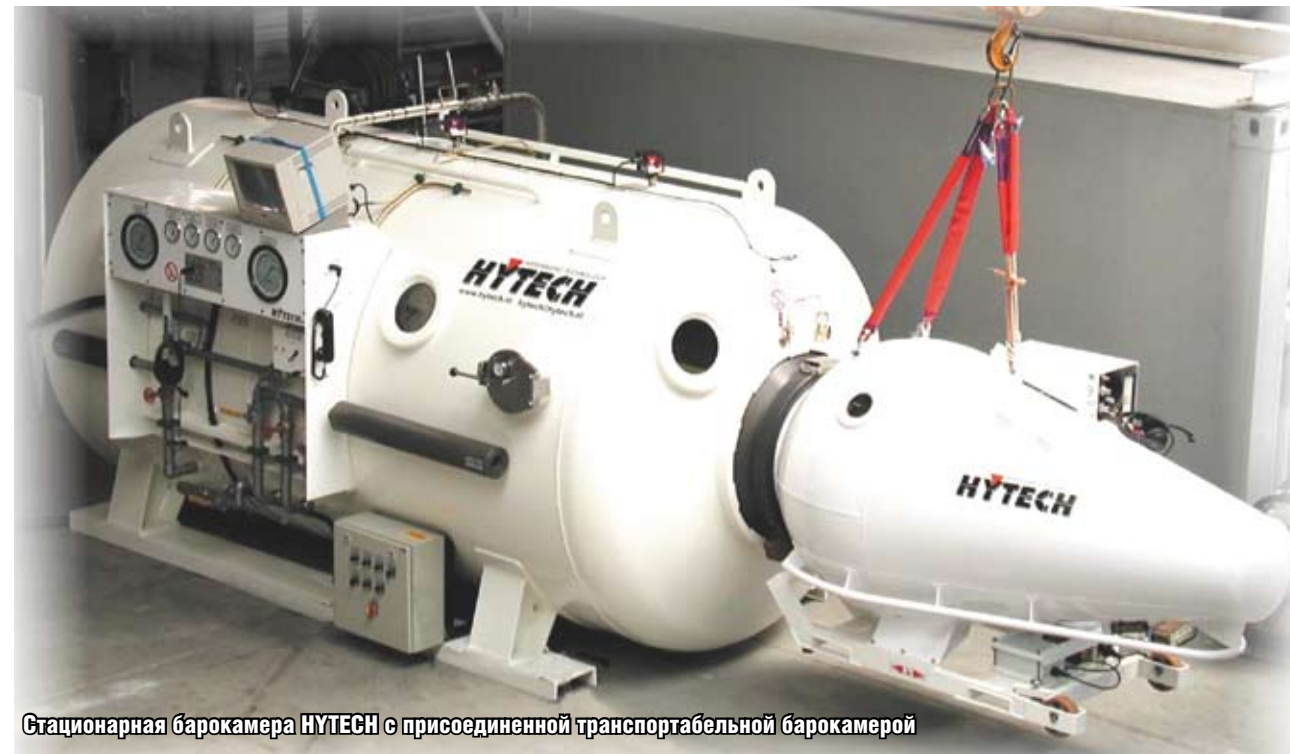
построено: ГВК-200 (для проведения подводных работ на глубинах до 200 м) — более 50 шт., ГВК-300 (до 300 м) — более 40 шт., ГВК-450 (до 450 м) — более 6 шт.

В современной России опыт проектирования, строительства и, что самое главное, эксплуатации ГВК ДП практически отсутствует. Имеющиеся ГВК советской постройки предназначены для проведения водолазных спусков методом краткосрочных погружений (КП), что существенно отличает их конструктивно от ГВК ДП. Также практически отсутствует опыт проведения водолазных спусков методом ДП. Исключение составляют экспериментальные спуски в 40 ГНИИ МО РФ на стационарном комплексе ГВК 500, а также работы по обеспечению подъема АПК «Курск», и то только в части выполнения работ водолазами. Причем во втором случае спуски проводились с использованием зарубежного ГВК ДП, размещенного на специализированном плавсредстве, который обслуживали подготовленные сертифицированные иностранные специалисты.

На сегодняшний день в России ситуация изменилась, и строительство глубоководных водолазных комплексов стало одной из приоритетных задач. Это обусловлено и активной работой по освоению шельфовых зон, в рамках которой уже ведутся подводные работы на больших глубинах морских акваторий, и текущей модернизацией глубоководного флота аварийно-спасательных сил ВМФ, МЧС и Минтранса. Но, по-



**Стационарная кислородная дыхательная система с BIBS-масками**



**Стационарная барокамера HYTECH с присоединенной транспортабельной барокамерой**

жалуй, основная причина появления тенденции к развитию ГВК ДП это то, что Россия как современная морская держава не может оказаться «за бортом» мировых технологий, а реализация государственной судостроительной программы является здесь дополнительным стимулом.

В России одним из предприятий по оснащению судов водолазными комплексами, в том числе глубоководными, является ОАО «ТЕТИС ПРО». Компания осуществляет проектирование, поставку и монтаж водолазного оборудования под ключ на судах новой постройки; проводит модернизацию судовых водолазных комплексов, находящихся в эксплуатации, оснащение их дополнительным оборудованием и системами жизнеобеспечения. Комплекс работ по проектированию и изготовлению ГВК проводится на собственном производстве с использованием комплектующих отечественного и зарубежного производства.

Компания занимается не только проектированием и производством, но и проведением пуско-наладочных, регулировочно-сдаточных работ, проведением обучения специалистов эксплуатирующих организаций, а также выполнением мероприятий авторского и технического надзора в процессе всего цикла эксплуатации изделий.

Одной из служб, которая в силу поставленных задач энергично ведет строительство судов, в том числе оснащенных глубоководными водолазными комплексами является ФГУ «Госморспасслужба России». В задачи службы входят поиск и спасение людей, терпящих бедствие на воде, оказание помощи терпящим бедствие судам, ликвидация аварийных разливов нефтепродуктов, обслуживание нефтедобывающих платформ, нефте-газоразведочных буровых установок, проведение буксировочных операций, подводно-технических, водолазных, гидростроительных работ различного назначения. В настоящее время на Ярославском судостроительном заводе идет строительство специализированного судна проекта SDS 08. На судне силами специалистов ОАО «ТЕТИС ПРО» устанавливается глубоководный водолазный комплекс для обеспечения водолазных спусков и работ на глубинах до 100 метров.

Комплекс предназначен для выполнения водолазных спусков в водолазном полуколоколе на глубину до 60 м при ис-

пользовании для дыхания воздуха и до 100 м при использовании специальных дыхательных газовых смесей.

Далее приводится его описание.

### Основное оборудование ГВК:

- барокамера HYTECH (Нидерланды);
- система воздухообеспечения (компрессоры, баллоны-воздухохранилища, трубопроводы высокого и среднего давления, воздухораспределительные щиты, запорная и регулировочная арматура и т.п.);
- система обеспечения связи (водолазная двухпостовая и барокамерная телефонные станции);
- пульт подачи воздуха водолазам с пневмоглубиномерами;
- зарядная панель для зарядки баллонов дыхательных аппаратов;
- средства спуска водолазов под воду с судна (водолазный трап, беседка, полуколокол)

В качестве источника сжатого воздуха используются специальные компрессоры воздуха высокого давления Baueer



**Стационарная барокамера HYTECH, установленная на специализированном судне**





Водолазный полуколокол НУТЕСН, установленный на специализированном судне

62

в морском исполнении, отличительной особенностью которых является:

- ♦ усиленная вибро- и ударозащищенность;
- ♦ способность работать в условиях качки до 30°;
- ♦ стойкость к коррозии в морских условиях.

В состав ГВК входят также баллоны для хранения запасов кислорода, гелия и кислородно-азотно-гелиевых смесей (КАГС), предназначенных для:

- ♦ проведения водолазных спусков на глубины более 60 м;
- ♦ проведения декомпрессии с применением для дыхания кислорода;
- ♦ проведения в барокамере лечебной рекомпрессии по всем режимам и оксигенобаротерапии.

Баллоны смонтированы в моноблок (рэк) и объединены в группу. В зависимости от поставленных задач количество баллонов в моноблоке варьируется от 2 до 12 шт. На моноблоке установлена запорная, контрольная и предохранительная арматура. Моноблок устанавливается и раскрепляется на



Водолазный полуколокол НУТЕСН

палубе судна и подсоединяется к системе газоснабжения водолазного комплекса.

Управление всеми системами и оборудованием комплекса осуществляется с интегрированного поста управления, расположенного в помещении судна и позволяющего с одного рабочего места управлять всеми технологическими процессами и контролировать все необходимые параметры.

В состав ГВК входят различные типы водолазного снаряжения: комплекты шлангового водолазного снаряжения (вентилируемого и с открытой схемой дыхания) и комплекты легководолазного снаряжения в шланговом или автономном вариантах.

Для обеспечения водолазных спусков и работ в холодной воде в состав комплекса входит водообогреваемое водолазное снаряжение в комплекте с установкой водообогрева. Нагрев воды осуществляется горелкой, работающей на дизельном топливе.

### Водолазный полуколокол со спускоподъемным устройством

Основные элементы:

- ♦ несущая открытая рама с СПУ;
- ♦ водолазный полуколокол с системами газоснабжения, связи и т. п.;
- ♦ пост управления.

Полуколокол рассчитан на трех человек — двух работающих водолазов и одного оператора.

Состав оборудования полуколокола:

- ♦ стальной с иллюминаторами или прозрачный плексигласовый купол;
- ♦ места для размещения водолазов;
- ♦ грузовая платформа с корзиной для инструмента;
- ♦ КШС водолазов (2 шт. по 40 м) и оператора колокола (45 м) с местами крепления;



Интегрированный пост управления водолажным комплексом

- ♦ баллоны с аварийным запасом газов — 4 шт., 50 л, 200 кгс/см<sup>2</sup>;
- ♦ система газораспределения и подачи газов водолазам;
- ♦ система дыхания кислородом (BIBS маски);
- ♦ система подачи горячей воды в водообогреваемое снаряжение;
- ♦ система подводного освещения и видеонаблюдения;
- ♦ система связи с гелиевым корректором речи.

СПУ обеспечивает вынос колокола за борт судна, спуск/подъем колокола с заданной скоростью, автоматическую подачу КШС колокола.

Для обеспечения безопасности спусков колокола в конструкции СПУ предусмотрена:

- ♦ основная система спуска/подъема;
- ♦ резервная система спуска/подъема;
- ♦ ручная (аварийная) система спуска/подъема.

Состав СПУ:

- ♦ несущая открытая рама с установленным оборудованием;
- ♦ П-образная стрела выноса колокола за борт судна;
- ♦ выдвижная платформа для захода в колокол и выхода из него;
- ♦ гидравлическая станция с двумя гидравлическими насосами — основным и резервным;
- ♦ лебедки с гидравлическим приводом;
- ♦ КШС колокола;
- ♦ корзина для КШС;
- ♦ электрические распределительные щиты — основной и резервный;
- ♦ система аварийной сигнализации;
- ♦ система ручного аварийного подъема.

Рама с СПУ и установленным оборудованием имеет габаритные размеры стандартного 20-футового морского контейнера.

Все управление осуществляется из водолазного поста.

Пост управления обеспечивает:

- ♦ управление спуском/подъемом водолазного полуколокола;
- ♦ подачу газов и газовых смесей к водолазному полуколоколу;
- ♦ связь с водолазами находящимися под водой и персоналом, обслуживающим спуски;
- ♦ видеонаблюдение за работой водолазов под водой и персонала, обслуживающего спуски.

Компоновка поста обеспечивает возможность управления всеми технологическими процессами с одного рабочего места.

Таким образом, данный водолазный комплекс оснащен всем необходимым оборудованием и системами для выполнения подводных работ на глубинах до 100 м.

Плановый срок сдачи судна в эксплуатацию — 3-й квартал 2010 года, в октябре пройдут государственные испытания.



ОАО «Тетис Про»

117042 Москва, а/я 73

Тел. (495) 786-9855, факс (495) 717-3821

E-mail: tetis@tetis.ru, www.tetis-pro.ru

Разработка, производство, поставка водолазного снаряжения, водолазных комплексов и необитаемых подводных аппаратов. Комплексное оснащение водолазных, поисково-спасательных и противодиверсионных служб.

63



## ВОДОЛАЗНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ



**Берсенеv А. В.**  
генеральный директор ООО «СФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ»,  
инженер-гидротехник

Для проведения работ по обследованию подводных частей гидротехнических сооружений привлекаются водолазы. Несомненными преимуществами водолаза являются его мобильность, вариативность принимаемых решений в зависимости от каждой конкретной ситуации и возможность использования под водой приборов специального назначения.

В работе по обследованию гидротехнических сооружений важнейшим этапом является тщательное изучение технической документации объекта и составление программы работ, детальная проработка всех имеющихся документов, в том числе актов на скрытые работы и актов, определяющих качество строительных материалов. Недостающие документы должны быть восстановлены в строго установленные сроки. В случае, когда восстановить чертежи не представляется возможным, производится обмер конструкций. По завершении этапа ознакомления с технической документацией составляется поэтапная программа обследования.

Перед началом самих водолазных работ необходимо разработать план осмотра всех поверхностей и объектов. Пространственная привязка выявленных дефектных мест должна быть простой, надежной и точной, чтобы можно было быстро найти части объекта, требующие ремонта, и т. д. Отдельно стоит обратить внимание на тот факт, что должны быть детально размечены как подводная, так и надводная части сооружения.

При выполнении работ на протяженных сооружениях целесообразно использовать геодезическую сеть, обычно имеющуюся на таких объектах, и наносить маркировку краской на поверхности сооружения. Привязка местоположения обследуемых объектов к швартовым устройствам не надежна, так как они могут быть перемещены. Разметку вертикальных и наклонных поверхностей по длине лучше производить по естественным границам, к примеру, по швам между массивами-гигантами в причальных и внешних ограждающих сооружениях. При отсутствии четких вертикальных границ, разделяющих удобные для осмотра участки, как, например, в шпунтовых стенках, можно обозначать границы осматриваемого участка спусковыми концами.

Водолазу при осмотре вертикальных и наклонных поверхностей рекомендуется двигаться в горизонтальном направлении, постепенно увеличивая глубину погружения. Вы-

сота ступеней осмотра определяется прозрачностью воды и размерами ожидаемых повреждений.

Естественными горизонтальными границами зоны осмотра могут быть, к примеру, ряды массивов на причальных и внешних ограждающих сооружениях, выполненных из массивов кладки. Если нет четких горизонтальных границ, для ориентировки можно использовать несколько достаточного часто расположенных спусковых концов, размеченных бирками. Концы опускаются с таким расчетом, чтобы бирки одного индекса находились на одном уровне.

Произведя осмотр сооружения, водолаз двигается в горизонтальном направлении, контролируя глубину погружения по биркам. Можно использовать глубиномер, имея в виду, что контроль глубины при горизонтальном движении частично осуществляется по глубиномеру.

Водолазное обследование гидротехнического сооружения включает в себя осмотр поверхностей и отдельных конструктивных элементов, выявление дефектов конструкций, линейных и угловых измерений, осмотр дна вблизи сооружения.

Нередко при осмотре сооружения создают существенные трудности малая прозрачность воды и сильное обрастание поверхностей гидросооружения. При малой прозрачности воды используют светильники, а иногда обследуют конструкцию на ощупь. На морских сооружениях значительная часть времени расходуется на расчистку конструкций — это следует учитывать, планируя сроки работы.

В конструкциях из железобетона наиболее часто встречаются такие дефекты, как отколы углов массивов, обнажение арматуры, трещины, каверны, разошедшиеся швы между отдельными массивами или блоками бетонирования. В причальных и внешних ограждающих сооружениях, выполненных из массивной кладки, отмечались случаи неправильного положения бетонных массивов. Обследуя изгибаемые железобетонные элементы, необходимо обратить особое внимание на растянутые зоны, где возможно появление трещин.

При осмотре каменных конструкций следует попытаться оценить состояние как основного материала, так и связующего. В таких конструкциях возможно появление трещин, а также выпадение отдельных камней.

Для остальных конструкций характерны такие дефекты, как трещины, сильные деформации, вмятины, дефекты сварных

швов и заклепок. Поэтому растянутые зоны конструктивных элементов должны быть тщательно осмотрены.

При водолазном обследовании любых сооружений, выполненных в металле, железобетоне, камне и пр., главное внимание уделяется оценке состояния несущих конструкций. Для этого необходимо иметь ясное представление о расчетной схеме сооружения.

Одним из ответственных и уязвимых мест сооружения является зона его контакта с грунтом у основания. Эту границу нужно тщательно обследовать, выявить возможные подмывы основания, высыпание грунта из пазух подпорных стенок, занос грунта подошвы сооружения и другие нарушения.

Более сложные условия обследования — в зимнее время со льда, но сложность компенсируется существенными преимуществами: вода более прозрачна, закрыто судоходство, нет необходимости в обеспечивающих плавсредствах. Кроме того, в зимнее время уровень воды в реке чаще всего бывает ниже, чем летом.

Как правило, водолазное обследование гидротехнических сооружений сопровождается подводной фото-, видеосъемкой, необходимо зафиксировать характерные дефекты, состояние наиболее ответственных конструкций, обрастание сооружения и т. п. Для последующего уточнения масштаба изображения на снимаемом объекте размещают линейку с нанесенными на нее чередующимися белыми и черными полосками.

При освидетельствовании сооружения необходимо определять размеры повреждений, измерять величину деформаций элементов и т. д.

Определение вертикального профиля сооружения можно выполнить с помощью лота, размеченного бирками, и водолазной линейки. Линейку при измерениях прикладывают острием к поверхности сооружения. Это уменьшает влияние толщины слоя обрастания на точность измерений.

Измерение прогиба изогнутых элементов, например балок, производится аналогично с помощью натянутой струны или троса и линейки.

Для измерения углов наклона плоскостей используется угломер-кренметр. При измерении угла наклона откоса, выполненного из песка, каменной наброски и пр., по падению угла откоса укладывают рейку, а к ней прикладывают угломер. Выполняя измерения в непрозрачной воде, используют маятниковую систему, и отсчет угла производится по поверхности.

Обследование гидротехнического сооружения, как правило, включает осмотр дна прилегающей акватории на расстоянии от нескольких метров до нескольких десятков

метров. Особенно важно осмотреть дно у причалов, под мостами и в других местах движения судов. Это позволяет установить степень общей захлапленности, наличие крупных затопленных предметов, подмывов, промоин и т. п. Осмотр ведут галсом и круговым поиском, обнаруженные крупные предметы отмечают пронумерованными буйками, что в дальнейшем облегчит их поиск и извлечение на поверхность.

Измерения глубин в районе сооружения при обследовании выполняются промерным лотом с сооружения или с плавсредств (можно использовать эхолот, профилограф). Результаты представляют в виде профиля дна или соответствующей карты, причем предпочтительнее давать не глубины, а абсолютные отметки дна. Поскольку уровень воды во всех водоемах меняется, получение абсолютных отметок дна практикуется по двум схемам:

- ♦ измерение глубин с учетом поправки на горизонт воды в момент измерений;
- ♦ измерение расстояния до дна от некоторого определенного уровня конструкций, к примеру, от линии кордона на причальном сооружении.

Для обследования поверхности гидросооружения, расположенной в зоне переменного уровня, очень важно выбрать удобное время: когда наиболее низкий уровень воды, когда благоприятное освещение, необходимое как для осмотра, так и для фото-, видеосъемки, когда мало судов стоит у причалов, и т. д.

В морях, где существенны приливы и отливы, низший уровень отлива наблюдается каждый месяц лишь в течение нескольких дней, причем часы отлива могут быть и в ночное время. Поэтому рекомендуется в самом начале работ проанализировать обстановку и заранее наметить дни и часы обследования.


Все материалы, полученные в результате обследования, оформляются в виде «Акта водолазного обследования».

Отдельно следует заметить, что особую опасность представляют спуски с напорной стороны водонапорных гидротехнических сооружений. При всех спусках вблизи гидротехнических сооружений необходимо действовать особенно внимательно и осторожно, поскольку дно может быть захлаплено, где водолаз рискует запутаться и повредить снаряжение.

В заключение немаловажно обратить внимание на то, что при подводном обследовании гидротехнических сооружений следует руководствоваться не только общепринятыми правилами обеспечения безопасности, но и неукоснительно соблюдать «Межотраслевые правила по охране труда при проведении водолазных работ».



**197372 Санкт-Петербург, ул. Камышовая, д. 38, корп. 1, пом. 50-Н**  
**Тел./факс (812) 347-04-49, моб. тел. (812) 916-17-12**  
**E-mail: sonar-diving@yandex.ru, www.sonar.ucoz.ru**



● **ПОДВОДНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОДОЛАЗНЫЕ РАБОТЫ**

● **ПРОКЛАДКА КОММУНИКАЦИЙ ЧЕРЕЗ ВОДНЫЕ ПРЕГРАДЫ**

● **СТРОИТЕЛЬСТВО И РЕМОНТ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

● **СУДОПОДЪЕМНЫЕ РАБОТЫ**

● **ОБСЛЕДОВАНИЕ И РЕМОНТ ПОДВОДНОЙ ЧАСТИ СУДОВ НА ПЛАВУ**



# ЭЛАСТИЧНЫЕ ГРУНТОПРОВОДЫ



**Чижов Е. А.,**  
директор ООО фирмы «Рассвет-К»



**Чижов А. Е.,**  
к. т. н., профессор, зам. директора  
по НИР ООО фирмы «Рассвет-К»



**Новиков С. Г.,**  
к. т. н., доцент РГСУ

Эластичные плавучие грунтопроводы предназначены для гидротранспортирования грунта при проведении дноуглубительных работ, подводной разработке траншей, гидронамыве промышленных площадок и т. д.

Грунтопроводы изготавливаются в нескольких модификациях: напорные, напорно-всасывающие и всасывающие (рис. 1).

По геометрической форме они подразделяются на цилиндрические и плосковорачиваемые, короткомерные — длиной до 10 м, и длинномерные — длиной до 50 м и более, диаметром до 920 мм.

По конструкции концевых участков грунтопроводы производятся с мягкими манжетами, неподвижными резино-металлическими фланцами и вращающимися стальными фланцами на резиноканевом «бурту» с металлическими накладными элементами. Два последних соединения не нуждаются в каких-либо дополнительных прокладках (рис. 2).

В конструкции фланцевых соединений могут быть предусмотрены проушины для пропуска и крепления троса с кормовой лебедки и подтягивания разъединенной секции к земснаряду. При необходимости плавучие грунтопроводы изготавливаются с ограничителями угла поворота секций относительно друг друга. Упоры ограничивают угол поворота секций до 40° и устанавливаются на каждом фланцевом со-



**Рис. 1. Всасывающий грунтопровод диаметром 325 мм**

единении труб. В настоящее время совместно со специалистами НДРГС (Нижне-Донской район гидротехнических сооружений) на предприятии ООО «Рассвет-К» разработаны быстроразъемное соединение и приспособления для сплавивания плавучих грунтопроводов после их разъединения с целью дальнейшей транспортировки. При необходимости плавучие грунтопроводы производства «Рассвет-К» комплектуются специальными площадками с выносными поплавками — для прокладки силового кабеля и установки сигнальных огней (рис. 3).

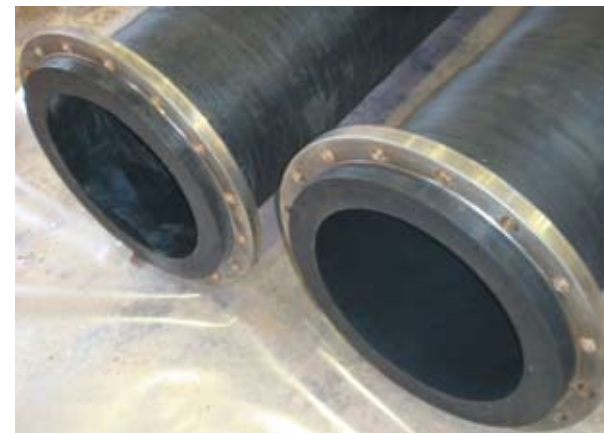
Плавучие эластичные грунтопроводы могут комплектоваться промежуточными пневматическими понтонами грузоподъемностью до 10 тонн, изготовленными из композиционных материалов. Грузоподъемность и комплектация промежуточных понтонов по согласованию с заказчиком может быть изменена.

В акваториях арктических морей, имеющих сложную ледовую обстановку и постоянное волно-ветровое воздействие, определенный интерес представляют плавучие грунтопроводы, способные работать в притопленном состоянии. Плавучий грунтопровод, заглубленный ниже уровня воды, подвешен эластичными амортизаторами к нижним основаниям вертикальных, например пневматических, поплавков.

Эластичные амортизаторы шарнирно соединены с гибкой связью, закрепленной на головном и концевом понтонах землесосного снаряда, что дает возможность регулировать длину гибкой связи. Цилиндрические поплавки имеют в нижней своей части утяжелители, что обеспечивает их вертикальное положение. На верхнем основании поплавков устанавливаются площадки с сигнальными фонарями (патент на изобретение № 2355849 принадлежит компании «Рассвет-К»).

Эластичные плавучие грунтопроводы работоспособны при одновременном действии следующих факторов: высоте волны до 1,5 метров; скорости ветра до 10–15 м/с; скорости течения до 2 м/с; температуре окружающего воздуха в соответствии с ГОСТ 24389-89. Конструкционные материалы грунтопроводов обеспечивают отстой земснарядов с грунтопроводом при температуре до –40° С.

При изготовлении грунтопроводов не используются материалы с неконтролируемыми свойствами. Материалы не являются питательной средой для микроорганизмов и грибов. Они выдерживают прямое воздействие атмосферных



**Рис. 2. Вращающиеся фланцы**

факторов в течение гарантийного срока эксплуатации, устойчивы к истиранию и растрескиванию при многократных знакопеременных деформациях.

Материал грунтопроводов и поплавков обеспечивает коррозионную стойкость в пресной и морской воде.

Стойкость к гидроабразивному износу или истиранию при гидротранспортировании грунтов 3-й категории в 3–4 раза выше, чем у стальных труб при тех же условиях и составляет не более 120–130 мм³ по Din 53516 или ГОСТ 23509-79.

Напорные грунтопроводы изготавливаются на рабочее давление до 2,0 МПа, по согласованию с заказчиком — до 4,0 МПа.

Гарантированная плавучесть грунтопроводов при концентрации гидросмеси — до 50%. При полной закупорке грунтопровода грунтом остается плавучесть 5%.

Гарантированный срок хранения и эксплуатации эластичных грунтопроводов не менее трех лет, в том числе при эксплуатации не менее двух навигаций.

Конструкция плавающих грунтопроводов предусматривает быструю замену отдельных элементов секций при аварийном выходе их из строя. Возможно проведение ремонтных работ в условиях эксплуатации.

Все элементы плавающих грунтопроводов максимально унифицированы и взаимозаменяемы. Использование плавучих гибких грунтопроводов позволяет снизить количество переукладок береговых грунтопроводов.

При работе землесосного снаряда на береговые отвалы мы рекомендуем комплектовать их гибкими длинномерными плосковорачиваемыми грунтопроводами с фланцами и приспособлениями для их транспортировки, монтажа и демонтажа на берег и с берега с использованием лебедок концевого понтона.

Диаметр гибких плоских грунтопроводов в рабочем состоянии может быть до 1200 мм, длина до 100 метров, рассчитаны на рабочее давление до 1,0 МПа. Гибкие плоские грунтопроводы отличаются малой массой: один метр плоской трубы диаметром 320 мм весит не более 4 кг. При диаметрах более 1200 мм плоские трубы переходят в разряд гибких оболочек.

Такая особенность гибких плосковорачиваемых грунтопроводов, как эластичность, позволяет перевозить их намотанными на барабан. На рис. 4 показан плоский грунтопровод диаметром 219 мм длиной 30 метров, намотанный на барабан диаметром 800 мм.

Раскладка плоского грунтопровода с катушки на берег осуществляется с помощью лебедки концевого понтона и канифас-блока, установленного на берегу (рис. 5).

Монтаж плоского трубопровода на берегу или в месте предполагаемых работ можно осуществлять, используя



**Рис. 3. Два плавучих грунтопровода диаметром 530 мм: металлический грунтопровод на понтонах и гибкий производства «Рассвет-К» позволяет перемещать гидросмесь повышенной концентрации**



**Рис. 4. Плоский грунтопровод диаметром 219 мм, длиной 30 м, намотанный на барабан**

транспортные средства. Катушка с плоским трубопроводом устанавливается консольно на трактор. Начальный конец плоской трубы подключается к насосной установке, и трубопровод практически готов к работе. Время монтажа определяется скоростью движения транспортного средства.

Плосковорачиваемый грунтопровод можно использовать как плавающий. Для этих целей три плосковорачи-



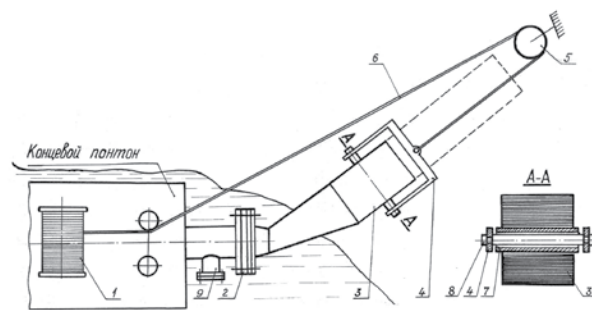


Рис. 5. Схема раскладки плоского грунтопровода

1 — лебедка; 2 — фланец; 3 — грунтопровод; 4 — скоба; 5 — канифас-блок; 6 — трос; 7 — сердечник; 8 — ось; 9 — люк



Рис. 6. Компенсатор радиальный

ваемые трубы соединяют между собой эластичными хомутами. Две крайние плоские трубы накачиваются воздухом, они выполняют роль поплавков. Средняя труба грунтовая. Все трубы взаимозаменяемые. При износе грунтовой трубы она занимает место поплавка. Длинномерные плоскострачиваемые трубопроводы с успехом можно использовать в качестве первичных обваловок при работе на береговых отвалах.

При механических повреждениях плоской трубы ремонт в полевых условиях производится следующим образом. От конца плоского трубопровода отрезается участок (к примеру, 1 метр), который выполняет роль муфты. Поврежденное место обезжиривается, промазывается клеевой композицией. На поврежденное место натягивается муфта, на место повреждения устанавливается груз и выдерживается в течение необходимого времени. Возможен ремонт с помощью обыкновенного автомобильного вулканизатора по той же технологии, что и ремонт автомобильных камер.

Напорная плавающая труба с пневматическими поплавками и способ ее изготовления зарегистрированы как изобретение, на которое получен патент № 2358178. За данное изобретение предприятие «Рассвет-К» в 2009 году награждено дипломом Федеральной службы по охране интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам в номинации «100 лучших изобретений России».

Гибкость плавающих грунтопроводов позволяет использовать их в условиях стесненных русел, перемещать землесос по прорези без шаровых соединений.

Для соединения стальных грунтопроводов мы рекомендуем использовать наши гибкие эластичные вставки-соединения. За счет конструктивных особенностей гибкие соединения способны компенсировать значительные осе-



Рис. 7. Компенсатор тороидальный



Рис. 8. Отводы крутоизогнутые

вые и угловые деформации, демпфировать гидроудары, предотвращать развитие электрохимической коррозии. Один компенсатор диаметром 900 мм, длиной 800 мм способен компенсировать до 90 мм осевых деформаций. Области применения: используются вместо металлических шаровых соединений на земснарядах, в качестве эластичных компенсаторов осевых и угловых деформаций трубопроводных систем. Гибкие соединения — компенсаторы, изготавливаются двух типов: с радиальными гофрами (рис. 6) и тороидальными гофрами (рис. 7).

Для увеличения ресурса работы землесосного снаряда по гидроабразивному износу корпусной грунтопровод, так же как и плавающий, изготавливается из эластичных абразивоустойчивых материалов. Предприятие «Рассвет-К» производит крутоизогнутые ( $\angle = 90^\circ$ ) отводы (рис. 8).

Места отводов, наиболее подверженные гидроабразивному износу, имеют местное упрочнение. Внутренний диаметр гибких отводов соответствует диаметру напорных труб. По чертежам или технологическим схемам заказчика наше



Рис. 9. Элементы корпусного грунтопровода



Рис. 10. Элементы корпусного грунтопровода

предприятие изготавливает технологические линии трубопроводов (рис. 9, 10), проводит их предварительную сборку у себя на предприятии и в присутствии заказчика осуществляет гидростатические испытания.

ООО фирма «Рассвет-К» предлагает нашим партнерам высококачественную и технологичную продукцию. Надеемся на плодотворное сотрудничество в области разработки и внедрения новых изделий в гидромеханизации.

**ООО фирма «Рассвет-К»**  
г. Курск, ул. Народная, 7 А  
Т./ф. (4712) 73-47-73, т.: (4712) 73-47-72, 73-47-71  
E-mail: rassvet-k@yandex.ru  
<http://www.rassvet-k.ru>, [www.gruntoprovod.ru](http://www.gruntoprovod.ru)

## ПОЗДРАВЛЯЕМ!

28 апреля 2010 года исполняется 70-лет со дня рождения кандидата технических наук, профессора, академика МАНЭБ — Анатолия Евгеньевича Чижова.

Анатолий Евгеньевич Чижов прошел трудовой путь от слесаря-инструментальщика «Курского завода РТИ» до руководителя научно-педагогических и производственных коллективов.

Около 30 лет возглавлял строительный и сантехнический факультеты Курского государственного технического института, заведовал кафедрой теплотехники и гидравлики, занимался научно-исследовательской работой со студентами и молодыми учеными.

С 1990 года им создано несколько научно-производственных предприятий.

В настоящее время — заместитель директора по научно-исследовательской работе предприятия ООО фирма «Рассвет-К». Является создателем нового

научного направления по применению полимерных композиционных материалов в гидромеханизации и гидротехническом строительстве. Под его руководством проводятся исследования, позволяющие повысить эффективность работы гидромеханизированных комплексов. Занимается разработкой и производством эластичных трубопроводов из полимерных композиционных материалов, быстровозводимых дамб, компенсаторов и многой другой продукции, пользующейся спросом на экономическом рынке.

Анатолий Евгеньевич Чижов — автор более 100 научных трудов, авторских свидетельств и патентов.

С днем рождения Вас, многоуважаемый Анатолий Евгеньевич! Желаем Вам здоровья, больших творческих успехов в создании новых гидротехнических конструкций и прогрессивных технологий по их изготовлению.

В. А. Волосухин, заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор технических наук, профессор, директор Института безопасности гидротехнических сооружений, С. Г. Новиков, кандидат технических наук, Е. А. Чижов, директор ООО фирма «Рассвет-К», коллектив ООО «Рассвет-К», коллектив ООО «Гидрокомплект»



## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГИДРОТРАНСПОРТЕ ОТ ЗАО НПО «КОМПОЗИТ»



Иванов В. Ю.,  
руководитель направления  
гидромеханизации  
ЗАО НПО «Композит»



ЗАО НПО «Композит»,  
Россия, г. Курск

ЗАО НПО «Композит» специализируется на исследовании, разработке и производстве изделий из резинотехнических композиционных материалов, в составе которых используются закладные элементы из металла, стеклопластика, ткани и других материалов.

Научно-производственное объединение было образовано в 1992 году. За более чем 15 лет работы «Композит» прошел путь от малого предприятия со штатом около 20 сотрудников до крупной, сертифицированной по международной системе менеджмента качества ISO 9001:2009 компании, ставшей надежным партнером для крупнейших предприятий гидромеханизации и горно-обогатительного комплекса России и зарубежья.

Одним из основных видов продукции ЗАО НПО «Композит» являются резинотканевые трубопроводы и отводы диаметром от 102 до 920 мм, предназначенные для транспортировки абразивных гидросмесей. Конкурентным преимуществом ЗАО НПО «Композит» является использование резиновых смесей собственного производства. Предприятие постоянно работает над совершенствованием их рецептуры. Это позволяет улучшать показатели износостойкости и истираемости резины, ее

эксплуатационные свойства, подходить к требованиям каждого конкретного потребителя индивидуально.

По сравнению с традиционно используемыми металлическими трубопроводами, резинотканевые производства ЗАО НПО «Композит» имеют ряд эксплуатационных преимуществ, которые в долгосрочной перспективе позволяют получить значительный экономический эффект:

- ♦ высокая стойкость к гидроабразивному износу резинотканевого трубопровода, в среднем, в 5 раз выше, чем аналогичного металлического;
- ♦ отсутствие шаровых соединений позволяет значительно улучшить напорно-расходные характеристики гидросистемы;
- ♦ вес плавающего резинотканевого трубопровода в 5–8 раз меньше (в зависимости от диаметра), чем аналогичной секции в сборе стального рефулера. Это в разы уменьшает стоимость доставки трубопровода до места эксплуатации и упрощает его монтаж на месте;
- ♦ гибкость и эластичность (радиус изгиба до 10 внутренних диаметров) позволяет эксплуатировать трубопровод в условиях стесненной акватории, а также на волне.



Рис. 1. Пульпопровод производства ЗАО НПО «Композит» с пенополиэтиленовым поплавком в составе земснаряда Октябрьского ССЗ-НН в Подмосковье



Рис. 2. Пульпопровод с пластиковым поплавком в работе (Курская область)



Рис. 3. Прокладка силового электрического кабеля по поплавкам новой конструкции

Резинотканевый трубопровод может быть изготовлен в береговом и плавающем исполнении.

До недавнего времени единственным решением вопроса обеспечения плавучести было использование цельнонавигного поплавка из пенополиэтилена (рис. 1). Трубопроводы с цельнонавигным поплавком легко транспортировать и монтировать, они удобны в эксплуатации.

Однако время не стоит на месте. Данная конструкция не может в полной мере отвечать современным требованиям в области гидромеханизации. Она более актуальна при работе на спокойной акватории, кроме того, цельнонавигной поплавок не позволяет осуществить качественную и надежную прокладку силового кабеля.

В связи с этим специалистами ЗАО НПО «Композит» разработан и внедрен в производство поплавков принципиально новой конструкции (рис. 3), который, по сравнению с аналогами, обладает рядом эксплуатационных преимуществ.

Этот поплавок изготовлен из износостойкого пластика и заполнен вспененным материалом. Благодаря этому конструкция устойчива к внешним воздействиям, более надежна и долговечна. Она исключает перемещение поплавка вдоль трубопровода, хорошо противодействует волновым нагрузкам.

При проектировании изделия была предусмотрена возможность прокладки силового кабеля с его надежной фиксацией на поплавке. Такое решение соответствует государственным требованиям, что подтверждено заключением № 13-02-ПД-01490-2009 Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

Трубопровод с пластиковым поплавком производства ЗАО НПО «Композит» зарекомендовал себя как успешное решение для проведения гидромеханизированных работ в различных условиях эксплуатации, в том числе и на «большой воде».

География успеха ЗАО НПО «Композит» постоянно расширяется. На сегодняшний день предприятие является лидером в поставках резинотканевых трубопроводов на предприятия гидромеханизации и горнообогатительного комплекса России. Успешно развивается и внешнеэкономическое направление. Осуществлены крупные поставки трубопровода на предприятия Украины, Казахстана, Азербайджана, Арабских Эмиратов, Северной Кореи.

Показателем качества и доверия к продукции являются давние партнерские отношения с такими крупными производителями земснарядов, как ЗАО «Гидромеханизация» (г. Миасс), ООО «Октябрьский судостроительный и судоремонтный завод» (г. Нижний Новгород), ЗАО «Цимлянский судомеханический завод» (г. Цимлянск), ОАО «Завод гидромеханизации» (г. Рыбинск).



**ЗАО научно-производственное объединение  
«Композит»**

**305022 г. Курск, ул. Соловьиная, д. 49  
Тел: (4712) 34-03-80, 26-18-35, 34-08-50  
Факс (4712) 34-03-80**

**info@npocomposit.com, www.npocomposit.com**



## МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ

ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

БЕТОНЫ

ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ  
МАТЕРИАЛЫ



# краски “Йотун”

создают естественный барьер между поверхностью и окружающей средой, что подтверждено многолетним референсом по защите от коррозии гидротехнических сооружений.



ООО “Йотун Пэйнтс”  
г. Санкт-Петербург, пр. Стачек, д. 57 #31, тел.: +7 (812) 332-0080, факс: +7 (812) 783-0525, [www.jotun.com](http://www.jotun.com)



# УЧЕТ НЕРАВНОМЕРНОСТИ КОРРОЗИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ СКВОЗНЫХ ГТС НА МЕТАЛЛИЧЕСКОМ ОСНОВАНИИ



**Колгушкин А. В.,**  
руководитель группы  
отдела портов и ГТС  
ЗАО «Ленгипроречтранс»



**Беляев Н. Д.,**  
к. т. н., доцент каф. ГТС СПбГПУ

Металлические сваи-оболочки различных диаметров в последние годы стали широко использоваться для строительства сквозных ГТС.

Применение сквозных сооружений ограничивается наличием ледостава или необходимостью эксплуатации в зимнее время с помощью ледоколов. При проектировании подобных сооружений на замерзающей акватории вопрос об их долговечности становится наиболее актуальным. Долговечность морских ГТС зависит от многих факторов, в том числе и от правильного выбора конструкции сооружения, выдерживающей внешние нагрузки, и качества материалов сооружения — прочных и износостойких. Прочность и долговечность конструкции также зависит от качества выполненных работ при возведении сооружения.

Актуальность данной проблемы связана с увеличением числа аварий на гидротехнических сооружениях, вызванных дефектами строительства, старением, ошибками в проектировании, экстремальными внешними воздействиями. Изменения условий эксплуатации без соответствующих проверок также приводят к авариям.

К основным причинам разрушения морских гидротехнических конструкций можно отнести:

- старение конструктивных материалов под действием морской среды (естественные условия площадки строительства);
- нарушение технологического процесса на стадиях проектирования, строительства, эксплуатации.

Процесс старения конструкции неизбежен, но его можно предсказать. Спрогнозировать некоторые повреждения элементов конструкции можно достаточно точно на основании анализа статистики повреждений действующих сооружений. Такой подход к решению данной проблемы может помочь в уточнении коэффициентов запаса элементов конструкции МГТС. На сегодняшний день разработаны системы защиты материалов от действия морской среды, однако их применение приводит к значительному удорожанию конструкции. Экономическая рентабельность данных мероприятий проявляется спустя годы.

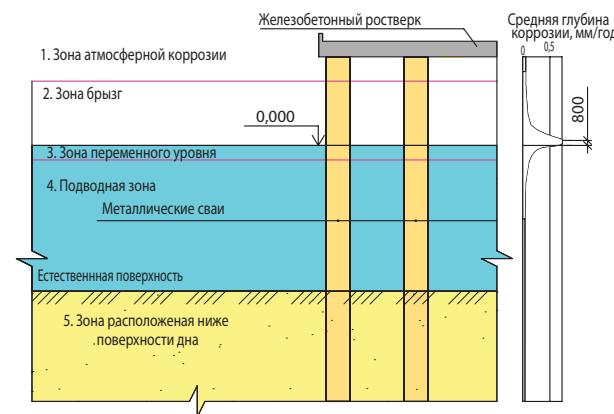
Чтобы избежать нарушения технологического процесса на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации, должна быть разработана единая нормативная база, объединенная системой качества и адаптированная к международным стандартам.

Проблема долговечности сооружений сквозного типа имеет повышенное значение из-за сложности реконструкции и ремонта подобных сооружений. Сроки службы основных ГТС в зависимости от их класса должны быть не менее расчетных сроков службы, которые принимают равными: для сооружений I и II класса 50 лет, III и IV — 100 лет, согласно СНиП 33-01-2003. Как показывают данные натурных контрольно-инспекторских обследований морских причалов, проводимых в соответствии с требованиями РД 31.3.3-97, коэффициенты запаса, используемые при расчете конструкций, недостаточны в зоне переменного уровня в связи с ускоренным процессом коррозии. Некоторые сооружения требуют серьезного ремонта спустя 30–40 лет эксплуатации, пример подобного износа представлен на **рис. 1**.

Результаты исследований показывают, что коррозионные среды оказывают влияние на стадии зарождения разрушения, образуя поверхностные коррозионные концентраторы напряжений, которые повышают скорость процессов коррозии из-за появления механо-химического эффекта и сокра-



**Рис. 1. Сквозное сооружение с коррозионными повреждениями в зоне переменного уровня**



**Рис. 2. Зоны коррозии**

щают стадию образования трещины. Именно поэтому коррозия является главным фактором, приводящим к снижению долговечности сквозных ГТС.

Морские ГТС подвергаются различным воздействиям морской среды:

- а) механическим — при воздействии на сооружения волнения, течения, льда и наносов;
- б) физическим — температурные перепады, постоянная увлажненность, воздействие солнечной радиации;
- в) электрохимическим — при взаимодействии растворенных в морской воде химических элементов с материалом конструкций.

Как правило, сквозные морские ГТС опираются на дно непосредственно или с заглублением в грунт и возвышаются над уровнем воды, следовательно, они воспринимают коррозионное воздействие, вызванное атмосферой, водой и почвой.

Гидротехническое сооружение имеет пять зон коррозии (**рис. 2**). Следует отметить, что данные о предполагаемой скорости течения коррозии в зоне переменного уровня и зоне брызг носят разноречивый характер в справочной литературе. Обследование действующих причалов показало весьма широкий диапазон скоростей течения коррозионных повреждений в данной зоне.

Наибольшее распространение для защиты от атмосферной коррозии получили следующие методы защиты:

- а) нанесение покрытий лакокрасочных, металлических, конверсионных, комбинированных;
- б) легирование металлов — это метод повышения коррозионной стойкости в отношении атмосферной коррозии. Небольшие количества Cu, P, Ni, Cr в стали способствуют значительному снижению скорости возникновения атмосферной коррозии. Добавление 0,2% Cu снижало скорость течения коррозии в морской и промышленной атмосфере примерно на 30...50%. Легирование стали 2% Ni или 3% Cr снижало скорость возникновения коррозии еще на 50...70%.

В водной среде коррозия протекает по трем различным механизмам, поэтому требует различных подходов к защите материалов. Зона брызг — защита данной зоны может осуществляться путем применения специальных коррозионностойких сплавов, покрытия поверхности металла долговечными лакокрасочными покрытиями. Для защиты зоны переменного уровня — также использование коррозионностойких сплавов, что является одним из наиболее надежных способов борьбы с коррозией. В мировой практике разработано много рецептов с целью получения коррозионностойких конструктивных сплавов. Несмотря на относительно высокую стоимость, этот метод представляется весьма перспективным. Альтерна-

тивным способом, предлагаемым в настоящей работе, является применение запаса на коррозию.

Широко распространен метод нанесения на металл лакокрасочных (на основе эпоксидной и уретановой смол) и металлизационных (цинковых или алюминиевых) покрытий.

В подводной и подземных зонах для защиты МГТС от коррозии в настоящее время широко применяют катодную защиту.

Следует также отметить определенные виды коррозий, характеризующиеся экстремально высокими значениями: биокоррозия и коррозия под действием блуждающих токов.

Защита металлов от биокоррозии в основном состоит в предотвращении, ограничении развития или уничтожении микроорганизмов. Способ защиты от коррозии блуждающими токами состоит в вынужденной катодной поляризации путем отвода блуждающих токов от защищаемого сооружения к источнику этих токов, или так называемой дренажной защите.

Если проводить параллель между морскими причалами и другими конструкциями, эксплуатируемыми в море, то можно прийти к выводу, что точно такие же коррозионные воздействия испытывают и шельфовые сооружения. Следует отметить, что Регистр назначает размеры конструктивных элементов ПБУ/МСП (плавучие буровые установки/морские самоподъемные платформы) с учетом надбавки на коррозионный износ, а обшивки ледового пояса — на истирание поверхности льдом.

Американской национальной ассоциацией инженеров-специалистов по коррозии разработан стандарт NACE PRO176-2003 номер 21018, предназначенный для использования персоналом, занимающимся борьбой с коррозией, в частности стальных стационарных морских платформ, используемых для добычи нефти. В соответствии с этим документом, в зоне периодического смачивания обеспечивается дополнительная толщина стали, так называемая надбавка на коррозию.

Самой опасной зоной в коррозионном отношении для морских ГТС сквозного типа является зона переменного уровня.

Учет локальных коррозионных повреждений в морском строительстве и их развитие в процессе эксплуатации металлоконструкций требует разработки математических моделей, учитывающих изменения расчетных схем сооружений вследствие появления таких повреждений. Работ, посвященных вопросам прогнозирования и математического моделирования образования и прогрессирования локальных коррозионных повреждений, немного.

В работе Носова А. К., Нестерова М. Е., Быкова А. В. «Учет локальных эксплуатационных повреждений при расчете стержневых систем» (Работоспособность материалов и элементов конструкций при воздействии агрессивных сред / Межвуз. науч. сб. СПб. — Саратов, 1986), посвященной вопросам локальных эксплуатационных повреждений, было предложено учитывать локальные коррозионные повреждения введением ослаблений в виде упругих шарниров меньшей, чем у остальных конструкций, жесткости. В этой и последующих подобных работах не учитывалась кинетика развития повреждений с течением времени, способная привести к перераспределению усилий в конструкции при ее дальнейшей эксплуатации.

Математические модели, способные учитывать локальные коррозионные повреждения и изменения, происходящие в расчетных схемах конструкций, были предложены в работах Наумовой Г. А., Овчинникова И. Г. «Расчеты на прочность сложных стержневых и трубопроводных конструкций с учетом коррозионных повреждений» (СГТУ — Саратов, 2000)



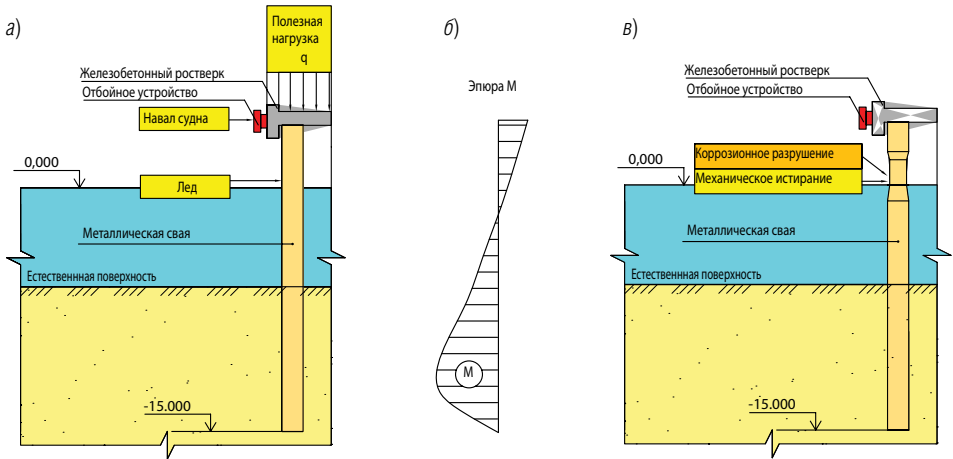


Рис. 3. Нагрузки на сооружения:

а — нагрузки, учитываемые в соответствии с действующими нормативами; б — эпюра изгибающих моментов, возникающих в свае; в — нагрузки, не учитываемые в расчете на прочность и устойчивость

и Овчинникова И. Г., Кудайбергенова Н. Б. «Математические модели, учитывающие изменения расчетных схем конструкций зданий, эксплуатирующихся в агрессивных средах» (Проблемы надежности и долговечности строительных конструкций зданий и сооружений / Сб. науч. тр. — Шимкент: Каз. ХТИ, 1993). В данных работах локальное повреждение моделируется введением дискретной упругой связи, кинетика изменения жесткости которой отражает влияние агрессивной среды. Дискретные упругие связи могут передавать как продольные, так и поперечные моменты и усилия.

Для описания изменения жесткости дискретных упругих связей, моделирующих локальное коррозионное повреждение конструкций, могут использоваться как функциональные, так и дифференциальные зависимости.

В данной работе предлагается выделить самую опасную коррозионную зону, где наиболее интенсивно уменьшается толщина стенки, образуя шейку, концентрирующую напряжения. В северных морях данная зона опасна и тем, что именно на нее происходит воздействие ледовой нагрузки. Размер рассматриваемой зоны зависит от колебаний уровня, обеспеченности и высоты волн:

$$a = \Delta_{99\%об} + h_{99\%об} + h_{бр}, \tag{1}$$

где  $\Delta_{99\%об}$  — средняя величина колебаний уровня воды с обеспеченностью 99%;  $h_{99\%об}$  — высота волн с обеспеченностью 99%;  $h_{бр}$  — высота забрызгивания.

При проектировании сквозных ГТС определяют продольные и поперечные усилия, изгибающие и крутящие моменты, возникающие в конструкции от внешних нагрузок, и по сортаментам подбираются металлические трубы, используемые в изготовлении свай (рис. 3).

В соответствии с современными нормативными документами, в практике гидротехнического строительства рассматриваются сваи постоянного сечения, при расчете которых не учитывается неравномерное воздействие морской среды. Учет неравномерности коррозионного воздействия на сваю необходим, так как в зоне переменного уровня скорость коррозии на порядок выше остальных зон коррозий.

Напряженно-деформированное состояние сваи в зоне появления локальных коррозионных повреждений оказывает влияние на кинетику развития дефекта, однако, ввиду отсутствия экспериментальных данных, учитывать это влияние пока весьма затруднительно.

Достоверное определение скорости коррозии стало возможным после введения в действие методики оценки физического состояния гидротехнических сооружений морского

транспорта. Согласно отчетам, составленным при обследовании действующих сооружений, может быть определена динамика коррозионного воздействия на ГТС. В предлагаемой расчетной модели производится учет локальных коррозионных повреждений в зоне переменного уровня по статистическим данным из отчетов обследований построенных сооружений. На основании полученной информации определены величины запаса для всех бассейнов РФ и могут быть выданы необходимые толщины металла в указанной зоне для безопасной эксплуатации в течение всего заданного срока. В незамерзающих морях:

$$t = t_n + t_{cp}n, \tag{2}$$

где  $t$  — надбавка на коррозию;  $t_n$  — запас, учитывающий первоначальное разрушение (зависит от типа системы антикоррозионного покрытия и степени подготовки поверхности);  $t_{cp}$  — запас, учитывающий среднее разрушение за год (зависит от агрессивности воды и эффектов, ускоряющих скорость коррозии);  $n$  — срок эксплуатации.

В замерзающих морях, помимо действия коррозии, зона переменного уровня подвергается воздействию большого количества дрейфующих ледяных образований. Процесс формирования ледовых воздействий на сооружение в значительной степени определяется механизмом разрушения ледяного покрова в зоне контакта, который влияет на динамические характеристики процесса взаимодействия ледяного поля с сооружением и величину истирающего воздействия льда.

Механизм истирания материалов, включая сталь и бетон, в результате движения морских льдин и интенсивность истирания были изучены группой ученых под руководством Саэки и Такахаша (Ким С. Д. Многоцикловое и истирающее воздействия дрейфующего ледяного покрова на морские гидротехнические сооружения. Автореферат диссертации. — Владивосток, 2005.). Исследования показали, что интенсивность истирания  $S'$  (средняя глубина истирания поверхности материала на 1 км движения ледяного поля, мм/км) изменяется в зависимости от материала, и когда температура морского льда поднимается выше  $-8^\circ\text{C}$ , интенсивность истирания мало зависит от температуры льда и относительной скорости, но во многом зависит от контактного давления. Интенсивность истирания стали определяется следующим выражением:

$$S' = \psi \sigma_v, \tag{3}$$

где  $\psi$  — эмпирический коэффициент для стали, принимаемый равным 0,0003;  $\sigma_v$  — контактное давление льда, МПа.

Средняя глубина истирания,  $\bar{S}$  (мм), вычисляется следующим образом:

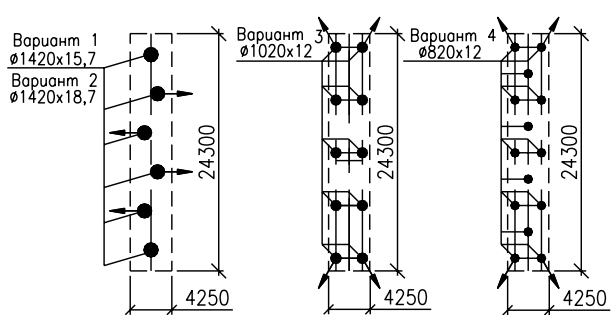


Рис. 4. Варианты свайного основания опоры

$$\bar{S} = S' \cdot l_k = \psi \cdot \sigma_v \cdot l_k, \tag{4}$$

где  $l_k$  — длина истирания (расстояние, которое проходят плавающие льдины вдоль корпуса конструкции), км.

Таким образом, в замерзающих морях при расчете надбавки на разрушение в зоне переменного уровня необходимо учитывать и истирание льдом:

$$t = t_n + t_{cp}n + \bar{S}. \tag{5}$$

Полученные по формулам (5) или (8) величины должны суммироваться к толщине стенки сваи в зоне периодического смачивания, определяемой по формуле (4). Таким образом, в расчете на прочность при проектировании свайного основания будет учтена надбавка на коррозию.

Для оценки увеличения объема металла сваи на антикоррозионный запас определим металлоемкость и экономичность сквозного ГТС на примере пирса эстакадной конструкции, проектируемого для условий Балтийского моря, сопоставив пять вариантов свайного основания (рис. 4).

Пятый вариант конструкции отличается от третьего варианта лишь устройством в зоне переменного уровня антикоррозионного пояса.

При выборе конструкции свайного основания учитываются вертикальные нагрузки от собственного веса и эксплуатационные нагрузки на расчетный пролет между опорами, который составляет 18,05 м, а также горизонтальные нагрузки ото льда. Результаты определения несущей способности и глубины забивки свай сведены в табл. 1.

Определив глубину забивки свай, находим их вес. Полученные данные представлены в табл. 2.

Таблица 1. Результаты расчетов

Вариант	Тип сваи (диаметр, м × толщина стенки, мм)	Количество свай в опоре, шт.	Суммарная вертикальная нагрузка на одну сваю опоры, т	Горизонтальная нагрузка от льда, т	Глубина забивки сваи, м
1	Труба $\varnothing 1420 \times 15,7$	6	286	56,1	44,5
2	Труба $\varnothing 1420 \times 18,7$	6	286	56,1	44,5
3	Труба $\varnothing 1020 \times 12,0$	10	176	40,3	42,5
4	Труба $\varnothing 820 \times 12,0$	14	127	30,4	40,5
5	Труба $\varnothing 1020 \times 12,0$ с антикоррозийным поясом	10	176	40,3	42,5

Таблица 2. Сравнительная таблица металлоемкости свайного основания рядовой опоры

Вариант	Тип сваи (диаметр, м × толщина стенки, мм)	Длина одной сваи, м	Вес пог. м трубы, т	Количество труб в опоре, шт.	Вес всех свай в опоре, т
1	Труба $\varnothing 1420 \times 15,7$	45,8	0,54	6	148,4
2	Труба $\varnothing 1420 \times 18,7$	45,8	0,65	6	178,6
3	Труба $\varnothing 1020 \times 12,0$	43,8	0,30	10	131,4
4	Труба $\varnothing 820 \times 12,0$	41,8	0,24	14	140,4
5	Труба $\varnothing 1020 \times 12,0$	43,8	0,30	10	131,4
Антикоррозийный пояс		2	0,36	10	7,2
Итого					138,6

Примечание: Все трубы, рассматриваемые в данной работе, выбраны в соответствии с ГОСТ 10704-91 на трубы стальные электросварные прямошовные из стали Ст 17Г1С-У-К52.



МАТЕРИАЛЫ STELPANT: НАДЕЖНАЯ ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ В СЛОЖНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ



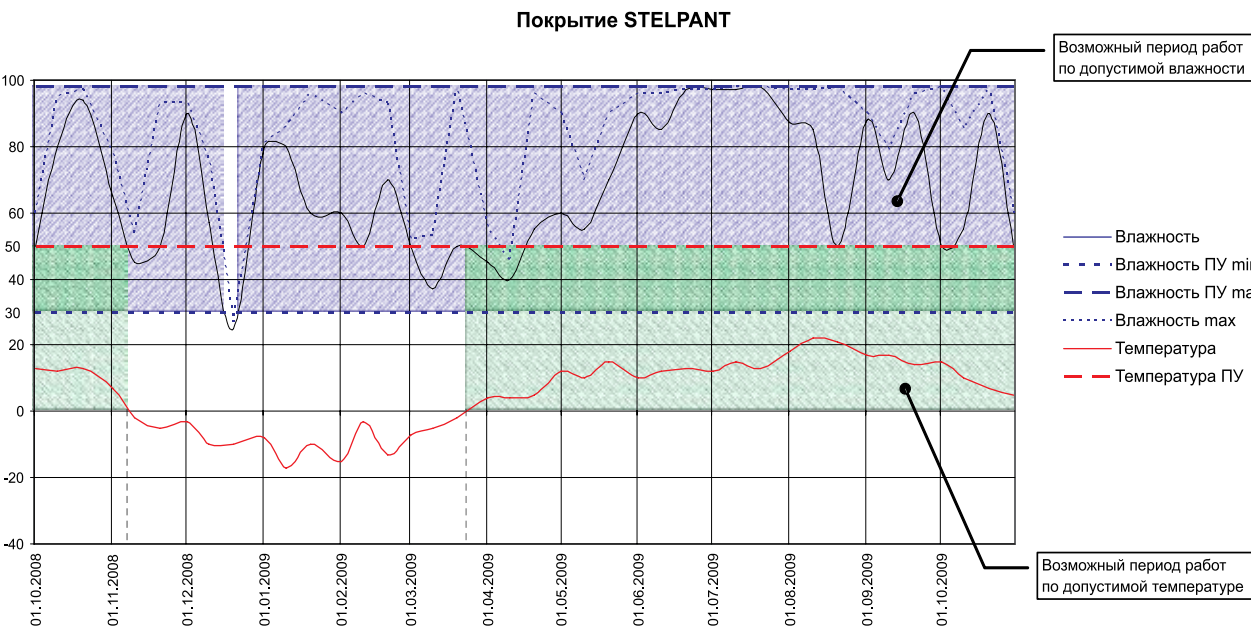
Мост на полуострове Ямал через пойму реки Юрибей на железнодорожной ветке Обская — Бованенково

Международный стандарт ISO 12944 «Лаки и краски — защита стальных конструкций от коррозии защитными окрасочными системами» разделяет атмосферную среду на шесть атмосферно-коррозийных категорий. Категорией самой высокой степени сложности, к которой относятся прибрежные районы Дальнего Востока и Крайнего Севера, является С5 М (морская). Потери массы стальных конструкций от коррозии здесь могут достигать 800–1600 г/м<sup>2</sup>, а толщины 80–200 мкм за год.

Суровый климат с большими перепадами температур, ледовыми нагрузками и постоянной высокой влажностью значительно осложняет строительство и эксплуатацию гидротехнических объектов. Однако еще более серьезной проблемой в климатических зонах повышенной сложности становится сама возможность нанесения антикоррозионных материалов на металлоконструкции в условиях открытой строительной площадки. Исследования показывают, что по длительности применения в суровых климатических условиях антикоррозионные материалы Stelpant обладают значительными преимуществами в сравнении с другими видами материалов. С целью выявления возможного срока применения антикоррозионных покрытий в течение года с 1 октября 2008 года

по 31 октября 2009 года осуществлялся мониторинг, а затем были проанализированы данные метеорологической станции по температуре и относительной влажности воздуха в г. Владивостоке.

Графики показывают, что возможный период проведения работ при применении однокомпонентных полиуретановых материалов Stelpant составляет около 260 дней, т. е. в течение всего периода положительных температур окружающего воздуха. Для сравнения: при применении эпоксидных материалов возможный период проведения работ составляет около 110 дней в течение года, т. е. в течение всего периода температур окружающего воздуха выше +5 °С и относительной влажности воздуха не выше 80%. Кроме того, в течение указанного возможного периода окрашивания, когда средние дневные значения температуры и влажности воздуха находятся в пределах допустимых для ведения работ величин, имеются продолжительные периоды времени, когда пиковые значения относительной влажности воздуха значительно превышают допустимые показатели (утренние часы, время после выпадения осадков и т. д.). В это время (до нескольких часов в течение суток) ведение работ с применением эпоксидных материалов невозможно. Кроме того, повышенная



Работы по устройству системы противокоррозионной защиты возможны, когда совпадают возможные периоды работ по условиям допустимой температуры и влажности воздуха

Возможный период окрашивания 260 дней без ограничений по условиям нанесения и полимеризации покрытия

Условия нанесения однокомпонентных влаготверждаемых полиуретановых покрытий STELPANT :  
- температура окружающего воздуха и окрашиваемой поверхности — от 0°С до +50°С;  
- относительная влажность воздуха — от 30% до 98%.

влажность оказывает отрицательное воздействие на формирование уже нанесенного покрытия (еще не отвержденного, находящегося в процессе полимеризации), что скажется на качестве и долговечности всей системы покрытия в целом.

По диапазону применения однокомпонентные полиуретановые материалы Stelpant наиболее толерантны к климатическим условиям. Такое их свойство, как способность полимеризоваться за счет влаги воздуха, позволяет в наименьшей степени зависеть от осадков и производить окрасочные работы практически круглосуточно, включая утреннее и вечернее время, когда в результате суточных колебаний температур возникает «точка росы».

Отметим, что Владивосток — это самая южная точка Дальнего Востока России, где климатические условия относительно благоприятны, а если рассмотреть условия Камчатки, то количество благоприятных дней для работы с эпоксидными материалами составляет не больше 30 за весь год.

В 2008 году ЦНИИПСК им. Мельникова провели испытания трехслойной системы покрытия на основе материалов фирмы STEELPAINT GmbH по следующим параметрам:

- ♦ подготовка поверхности под покраску до степени Sa 2,5;
- ♦ цинкнаполненная грунтовка Stelpant-PU-Zinc толщиной 1 × 80 мкм;
- ♦ полиуретановая краска Stelpant-PU-Mica HS толщиной 1 × 80 мкм;
- ♦ полиуретановая краска Stelpant-PU-Mica UV толщиной 1 × 80 мкм;
- ♦ общая толщина покрытия 240 мкм (цвет любой по каталогу RAL).

Система прошла 80 циклов ускоренных климатических испытаний по методу 10 ГОСТ 9401-91, и, в итоге, гарантирован 20-летний срок службы в условиях умеренно-холодного

и тропического морского климата при среднеагрессивном воздействии среды.

В 2009 году, по результатам испытаний во ВНИИГАЗ, системы Stelpant вошли в реестр материалов, допущенных к применению в ОАО «Газпром».

Помимо испытаний в лабораториях, материалы Stelpant доказали свою надежность и эффективность на объектах, эксплуатирующихся в сложных климатических условиях. С 1995 года в Сибири защищены материалами Stelpant десятки нефтехранилищ. Одним из последних крупных и в своем роде уникальных объектов является железнодорожная ветка, проложенная в 2007–2009 годах на полуострове Ямал к Бованенскому месторождению через вечную мерзлоту. Общая длина мостов, выкрашенных материалами Stelpant, составила около 7 км. В 2009 году на о. Кунашир 4 автомобильных моста также защищены этими материалами.

Таким образом, благодаря уникальным свойствам немецких полиуретанов, когда влажность из врага превратилась в союзника, удастся с успехом использовать эти материалы там, где другие просто не пригодны.

**«СтилПейнт ГмбХ»**  
  
**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**



## АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ: КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ОТ КОМПАНИИ «АМВИТ»



Защита от коррозии — одно из важнейших условий надежности и безопасного функционирования гидротехнических сооружений. На сегодняшний день на российском рынке представлен широкий спектр антикоррозионных материалов, предназначенных для условий различной степени сложности. Как правило, все они имеют сертификаты соответствия, поэтому на практике критерии выбора нередко ограничиваются лишь стоимостью. Однако для гидротехнических сооружений, которые являются объектами стратегического назначения, при выборе материалов на первом месте должны быть критерии качества и соответствия условиям эксплуатации.

Компания «АМВИТ», работающая на российском рынке защитных покрытий с 1995 года, строит свою деятельность на комплексном подходе, что и обеспечивает ее успешность и гарантию профессионального решения проблемы защиты промышленных объектов. «АМВИТ» осуществляет полное сопровождение в процессе применения материалов: оказывает помощь заказчикам в подборе материалов в зависимости от типа объекта и условий его эксплуатации, проводит технические консультации и обучение специалистов, при необходимости оказывает помощь в нанесении материалов, а также поставляет необходимое для работы оборудование. Также значительные преимущества компании заключаются в том, что «АМВИТ» предлагает только высококачественные материалы, при этом по демократичным ценам, осуществляя поставку в сжатые сроки.

Для защиты от коррозии гидротехнических сооружений «АМВИТ» поставляет материалы, прошедшие многолетние испытания на промышленных объектах, соответствующие международным стандартам качества и российским нормативным документам. Антикоррозионные материалы предназначены для защиты подводной части объектов и конструкций, судов, подводных трубопроводов в условиях пресной и морской воды, в суровых климатических условиях, при эксплуатации в условиях повышенной сложности.

Прежде всего «АМВИТ» является эксклюзивным представителем Sika Deutschland GmbH Business Unit Protective Coatings на территории стран СНГ и Балтии по защитным покрытиям: Sika® Asplit®, Betonol®, Sika® Epiter®, Sika® Permacor®, Sika® Unitherm®, которые зарекомендовали себя как надежные и эффективные в решении следующих задач:

- ♦ защита от коррозии резервуаров и труб, защита от атмосферной коррозии;
- ♦ антикоррозионная защита гидротехнических сооружений;

- ♦ защита от химически агрессивных сред и высоких температур;
- ♦ огнезащита металла, дерева, кабеля;
- ♦ наливные полы и защита бетонных поверхностей;

Для защиты конструкций, погруженных в воду и подвергающихся высоким истирающим нагрузкам, предназначены износостойкие и антикоррозионные защитные покрытия Epiter, обладающие высокой стойкостью к истиранию и предназначенные для антикоррозионной защиты гидротехнических сооружений, в том числе от механического воздействия песка и льда. Защитные покрытия Epiter — это надежная система покрытий для применения в сложных условиях водоканалов, береговых сооружений и водохранилищ. Покрытия удовлетворяют требованиям антикоррозионной защиты для категорий коррозионной агрессивности среды Im1 (пресная вода) и Im2 (морская вода) в соответствии с DIN ISO EN 12944-5. Защитные покрытия Epiter могут в равной степени использоваться как на новых объектах, так и для проведения ремонтно-восстановительных работ. Срок службы покрытия не менее 15 лет.



### Центральный офис

Москва, пр. Вернадского, 29, оф. 404  
Почтовый адрес: 119331 Москва, а/я 85  
Тел.: (495) 787-74-26  
Факс: (495) 138-30-90  
mail@amvit.ru, www.amvit.ru

### Офис в Санкт-Петербурге:

197198 Санкт-Петербург, Большой пр. П. С., д. 29А, оф. 411  
Тел.: (812) 718-46-97, факс: (812) 718-62-90, spb@amvit.ru

### Офис в Екатеринбурге:

620014 Екатеринбург, ул. Малышева, 29, оф. 405  
Тел./факс: (343) 351-04-50, lutsenko@amvit.ru

### ООО «АМВИТ Украина»

04080 Украина, г. Киев, ул. Новоконстантиновская, 13/10, оф. 301  
Тел./факс: +380 (44) 206-56-57, ukraine@amvit.ua

### ООО «АМВИТбел»

246014, г. Гомель, ул. Ауэрбаха, д. 68  
Тел./факс: +375 (232) 41-03-11  
nagornova@amvit.by

## SIKA EPITER TF 130 — АНТИКОРРОЗИОННОЕ ТОЛСТОСЛОЙНОЕ ЭПОКСИДНОЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ



Платформа для перегрузочных работ Voslapper Groden (Германия). Антикоррозионное покрытие 510 стальных труб-свай. Система покрытия: Sika Epiter TF130.

Условия функционирования и эксплуатации гидротехнических сооружений определяют ряд специфических требований к антикоррозионным покрытиям, предназначенным для их защиты.

Эпоксидный двухкомпонентный толстослойный материал Sika Epiter TF 130 был разработан специально для этих целей. Покрытие на его основе применяется как прочная антикоррозионная защита для стальных гидротехнических сооружений, испытывающих сильные механические нагрузки, а также для стальных деталей, постоянно контактирующих с водой и подверженных износу: к примеру, для акведуков, шлюзовых затворов и ворот, дюкеров, шпунтовых стенок, труб для охлаждающей воды и напорных трубопроводов.

### Некоторые технические характеристики и преимущества Sika Epiter TF130:

- ♦ Предназначено для эксплуатации в речной и морской воде в подводных частях и на границе вода/воздух.
- ♦ Совместимо с катодной защитой.
- ♦ Однослойное нанесение при толщине 500–1000 мкм.
- ♦ Нанесение покрытия с толщиной более 500–600 мкм может потребоваться только при высоких истирающих воздействиях.
- ♦ Высокая стойкость к ударам и к истирающим воздействиям.
- ♦ Длительный срок службы.
- ♦ Отличная адгезия к стальным поверхностям, очищенным до степени Sa 2 1/2 по ISO 8501-1.
- ♦ В соответствующей системе покрытий наносится на бетонные конструкции.
- ♦ Для повышения надежности и срока службы может использоваться с протекторной эпоксидной быстросохнущей грунтовкой Sika Permacor 2311 Rapid (с высокой долей цинковой пыли в сухом остатке).
- ♦ Отсутствие каменноугольной смолы в составе продукта. Обеспечиваются гигиенические требования к сооружениям на путях забора воды для питьевого водоснабжения.
- ♦ Практически не содержит растворителя (доля нелетучих веществ около 100%, толщина мокрого слоя равна толщине сухого слоя).
- ♦ Нанесение безвоздушным распылением с использованием мощного ( $\geq 1:68$ ), но не специализированного оборудования.



Шлюз Беломорканала (Россия). Антикоррозионная защита ворот. Системы покрытий: надводная часть — Sika Permacor 2004 (грунтовка) + Sika Permacor 2330 (покрывной материал), надводная часть Sika Epiter TF130.

- ♦ Имеет свидетельство Российского морского регистра судоходства о типовом одобрении для противокоррозионной защиты подводного корпуса и других судовых конструкций.
- ♦ По результатам испытаний во ВНИИСТ получено заключение о соответствии покрытия техническим требованиям ОАО «АК «Транснефть» и рекомендовано для антикоррозионной защиты портовых сооружений в зоне переменного уровня и зоне полного погружения со сроком службы не менее 15 лет.
- ♦ Материал включен в реестр ТТ, ТУ и ПМИ ОАО «АК «Транснефть».
- ♦ Покрытие внесено в руководящий документ по защите от коррозии механического оборудования и специальных стальных конструкций гидротехнических сооружений (РД ГМ-01-02) АОТ «Трест Гидромонтаж» при толщине слоя 500 мкм в районах с умеренным, холодным, тропическим климатом при воздействии пресной и морской воды.
- ♦ Покрытие имеет заключение Норвежского национального технологического института о соответствии требованиям спецификации NORSOK M-501, изд. 4 (Норвегия).
- ♦ Имеет допуски немецкого Федерального института гидротехнического строительства BAW.

Для повышения стойкости цвета к УФ-излучению в надводной части сооружений поверх покрытия Sika Epiter TF 130 может потребоваться нанесение акрил-полиуретанового покрытия Sika Permacor 2330 (80 мкм).

Эффективность и надежность покрытия Sika Epiter TF130 проверены многолетним применением на различных гидротехнических сооружениях как в России, так и за рубежом.

Широкий спектр положительных свойств позволяет использовать покрытие и в других направлениях антикоррозионной защиты: внутренних поверхностей силосов для хранения сыпучих веществ, в том числе песка, пищевых продуктов (крупы, зерна, пивного солода), резервуаров технической воды; защиты оборудования в сложных условиях (например, для шахтной крепи), для защиты стальных конструкций, укладываемых в землю. Покрытие является стойким к воздействию нейтральных солей и может использоваться при их воздействии при согласовании с поставщиком материала.

Федорищев Ю. В.,  
технический директор ЗАО «АМВИТ»



# ВОССТАНОВЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СЖАТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СЕЧЕНИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ



Санжаровская О. Р.,  
руководитель направления «Ремонт  
и защита бетонных поверхностей»  
по СЗ и ЮФО, MC-BauchemieRussia

Бетон — это прочный и долговечный материал. Но любой даже самый высокопрочный и водонепроницаемый бетон имеет систему пор и капилляров, которые образуются во время гидратации и твердения цементного камня. Пористость бетона является обычно первопричиной его старения и разрушения.

## Уровни ответственности при восстановлении железобетонных конструкций

Ремонт любой поврежденной или разрушенной железобетонной конструкции всегда можно отнести к одному из трех видов по степени разрушения.

- Уровень 1. Поверхностный ремонт.**
- Здесь разрушается только защитный слой (**фото 1**). При выборе материала для восстановления защитного бетонного слоя необходимо учитывать, каким агрессивным воздействиям подвергается конструкция (класс разрушающих воздействий).
- Классы разрушающих воздействий (в соответствии с ГОСТ 31384-2008) определяются по различным существенным воздействиям, связанным с условиями эксплуатации сооружений, которые не могли быть учтены в статическом расчете конструкции. Всего существует семь классов:
- Нет коррозии или агрессивных воздействий: Х0.
  - Коррозия арматуры вследствие: ХС — карбонизации; XD — хлоридов, без учета воздействия морской воды; XS — хлоридов из морской воды.
  - Коррозия бетона вследствие: XF — попеременного замораживания и оттаивания, с одновременным воздействием

- солей-антиобледенителей или без; ХА — химических воздействий; ХМ — изнашивающих воздействий (трение).
- Уровень 2. Ремонт несущих элементов.**
- Здесь происходит активное разрушение бетонного сечения несущего элемента (**фото 2**). С потерей площади поперечного сечения элемент теряет и несущую способность. Для восстановления таких разрушений необходимо использовать материалы, работу которых можно было бы просчитать с учетом статических воздействий на конструкцию (по аналогии со статическим расчетом бетонного сечения).

- Как правило, несущие конструкции, потерявшие часть своего поперечного сечения, обследуются для определения их актуальной несущей способности и соответствия эксплуатационному назначению. К материалам для ремонта таких конструкций предъявляются повышенные требования:
- ♦ Высокая и неизменная прочность на сжатие при долговременной эксплуатации конструкции при температурах до +50 °С.
  - ♦ Хорошие прочностные и деформационные свойства, включая низкую ползучесть и крайне малую усадку.
  - ♦ Высокая прочность на отрыв (сцепление) между ремонтным составом и арматурой, защищенной от коррозии или незащищенной.
  - ♦ Крайне хорошая адгезия к основанию (бетону).
  - ♦ Высокий класс огнестойкости.
- Уровень 3. Ремонт несущих элементов с восстановлением/повышением их класса огнестойкости.**
- Здесь речь идет о восстановлении несущих элементов в конструкциях, для которых задан определенный класс

огнестойкости. Восстановление разрушенных поперечных сечений таких несущих конструкций должно происходить с восстановлением регламентированного для них класса огнестойкости. Определение класса огнестойкости является обязательным для ремонтного состава, который планируется использовать для столь ответственных работ.

## Высокое качество ремонтного состава MC-Bauchemie

Компания MC-Bauchemie в течение уже более 60 лет занимается разработкой прогрессивных материалов для ремонта зданий и сооружений из железобетона. Компания стремится к разработке материалов с использованием последних достижений в области науки и техники. Специалисты компании, занимающиеся разработкой материалов, ставят для себя самые сложные задачи и стараются создать материал, максимально им соответствующий. Так, в результате кропотливого изучения областей применения ремонтных составов были определены крайне необходимые свойства последних. Ремонтный состав получил название Nafufill KM 250.

Nafufill KM 250 — это полимерцементная смесь, оптимально подобранная для нанесения на вертикальные и потолочные поверхности. Материал может наноситься как вручную, так и методом торкретирования. Механическое нанесение позволяет быстро восстанавливать большие по площади поверхности (что характерно, например, для ремонта поверхностей берегоукрепительных стен). При этом минимально требуемый слой материала составляет всего 10 мм (максимальная фракция зерна 2 мм), а максимальный — до 100 мм. Такой широкий диапазон допустимой толщины покрытия позволяет восстанавливать поверхности с разной глубиной разрушения бетона без существенного увеличения толщины конструкции и ее веса.

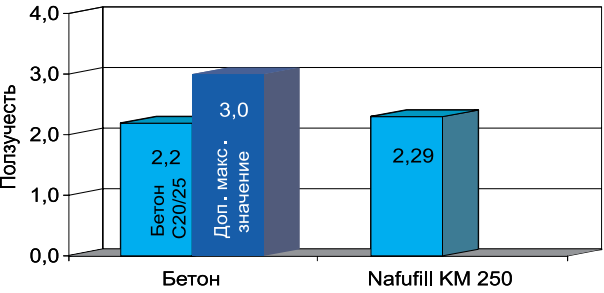
## Проверка ремонтного состава на соответствие представленным требованиям

Уровень 1.	Нет коррозии или агрессивных воздействий:	Х0
Nafufill KM 250 удовлетворяет требованиям следующих классов разрушающих воздействий, в соответствии с ГОСТ 31384-2008:	Коррозия арматуры:	ХС XD XS
Уровень 2.	Коррозия бетона:	XF

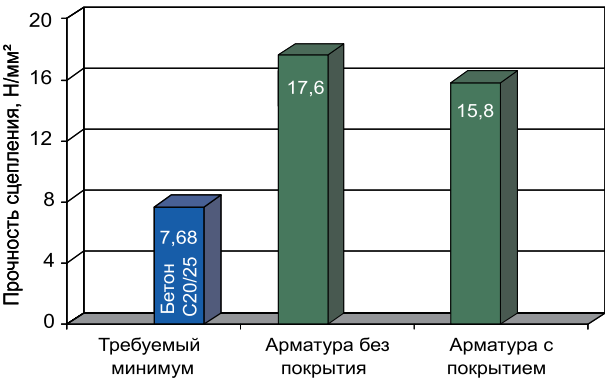
Технические характеристики Nafufill KM 250:

Параметр	Значение
Плотность раствора	2,06 кг/дм³
Прочность на растяж./сжатие:	4,7 / 34,4 Н/мм²
через 2 дн.	5,8 / 50,4 Н/мм²
через 7 дн.	8,5 / 55,0 Н/мм²
через 28 дн.	
Динам. модуль упругости E	32.500 Н/мм²
Статич. модуль упругости E	22.600 Н/мм²
Усадка через 28 дней	0,78 мм/м

Чем ниже значение ползучести для ремонтного состава, тем лучше его работа в конструкции под долговременной нагрузкой.



Nafufill KM 250 превосходит требования по минимальной прочности сцепления с арматурой в несколько раз.



**Уровень 3.**

Nafufill KM 250, в соответствии с DIN 4102, по результатам испытаний материала на горючесть, относится к классу А1.

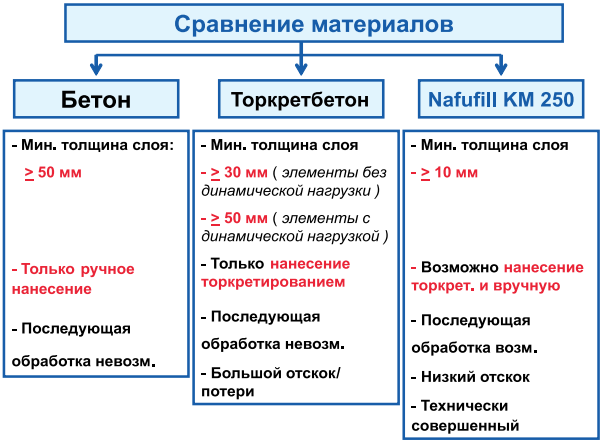
Nafufill KM 250 прошел испытания на восстановление и/или повышение класса огнестойкости строительной конструкции, в соответствии с DIN 4102.

Nafufill KM 250 в настоящее время является единственным полимерцементным ремонтным составом, который может наноситься вручную или торкретированием, с использованием которого возможно восстановить или повысить огнестойкость железобетонной конструкции до класса F90.

**Испытания, результаты которых описаны в этой статье, а также некоторые другие, доказывают:** для ремонтного состава Nafufill KM 250 справедливо следующее соотношение — 1,0 см Nafufill KM 250 соответствует 1,0 см бетона.

## Сравнение с общепринятыми материалами

Для восстановления разрушенного железобетонного сечения максимально часто используются бетон и торкретбетон. В сравнении с ремонтным составом Nafufill KM 250 эти материалы имеют как преимущества, так и недостатки.



Восстановление разрушенных бетонных поверхностей — это ответственная строительная задача. Несущая способность конструкции и ее долговечность существенно зависят от выбора ремонтного состава. Осмысленный выбор строительных материалов позволяет добиваться поставленных целей. Использование современных ремонтных составов с проверенными свойствами позволяет сделать это, например, без увеличения общей массы конструкции, без установки опалубки и т. п. Разработчики материала смогли воплотить свои идеи в реальный продукт, нужный и надежный, дающий равноценную замену бетону.



Фото 1. Поверхностное разрушение



Фото 2. Уменьшение поперечного сечения



# ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Гидротехнические сооружения различного назначения, отличающиеся между собой целым рядом специфических особенностей, объединяет один существенный фактор: постоянный контакт с водой. Причем независимо от того, с чем контактирует сооружение (морская вода, пресная вода, грунтовые или сточные воды), водная среда является агрессивной по отношению к материалам, из которых построено большинство гидротехнических объектов. Вода оказывает на них механическое, физическое, химическое и биологическое воздействие. Механическое воздействие выражается в виде статического давления воды, льда или наносов, принесенных водой к сооружению, а также динамического воздействия от удара струй или льдин, движущихся с большой скоростью. Физическое воздействие связано с истиранием поверхности сооружения водой (кавитация), наносами, содержащимися в воде, или льдом, а также с переменными циклами замораживания—оттаивания. Химическое воздействие приводит к выщелачиванию бетона под воздействием агрессивных веществ и коррозии арматуры. Биологическое воздействие связано с деятельностью микроорганизмов, обитающих в водной среде. Все эти виды воздействий приводят к преждевременному разрушению гидротехнических сооружений и их отдельных конструкций.

В настоящее время по результатам инвентаризации большинства гидротехнических сооружений России (более 52%) находится в состоянии, требующем капитального ремонта. Средний возраст подпорных дамб, плотин и других гидротехнических сооружений составляет 30–40 лет, а в ряде случаев превышает 100 лет.

Анализ современного состояния проблемы показывает, что в целом по России гидротехнические сооружения характеризуются довольно низким уровнем безопасности. Подавляющее большинство гидротехнических сооружений нуждается в текущем ремонте, а более 400 находится в аварийном и предаварийном состоянии.

Основным материалом, из которого построено большинство гидротехнических объектов, является железобетон. В настоящее время существует большое количество материалов и технологий для ремонта, защиты и гидроизоляции бетонных и железобетонных конструкций, однако выбор оптимальных для каждого конкретного случая материалов и технологий является сложным многофакторным процессом, зависящим от множества условий.

Одним из важнейших факторов при определении стратегии ремонта является оценка условий эксплуатации всего сооружения и его отдельных элементов. Сюда входит зона расположения конструкции (подводная, надводная, переменного уровня воды), величина кавитационного воздействия, подверженность ударным и динамическим нагрузкам, агрессивность среды (контакт с морской водой, грунтовыми или сточными водами) и т. д. От точной оценки условий работы ремонтируемой конструкции зависит, насколько выбранный ремонтный материал должен быть, например, сульфатостойким, морозостойким или устойчивым к истиранию.

Большое значение имеют расположение конструкции, доступность ее частей для ремонта, возможность установки опалубки или необходимость применения тиксотропных материалов.

Также необходимо определить причины и степень разрушения, и насколько данный дефект влияет на несущую способность конструкции. Само по себе это уже определяет

выбор материала для конструкционного или неконструкционного ремонта.

Особенностями проведения ремонтных работ на гидротехнических сооружениях являются их сезонность и ограничение сроков ремонта. Например, на внутренних водных путях принято проводить ремонтные работы в зимний период — после закрытия навигации. Однако появление большого количества быстротвердеющих материалов (например, серия материалов **EMACO® FAST** от компании ООО «БАСФ Строительные системы») создало возможность проведения ремонтных работ в навигационный период. Ведь при грамотной организации работ можно произвести быстрый ремонт за 2–3 часа, что не слишком скажется на графике пропуска судов, но позволит в кратчайшие сроки привести в порядок многие сооружения, давно требующие ремонта. Серия материалов **EMACO® FAST** представлена тиксотропным составом **EMACO® Fast Tixo** и литыми составами **EMACO® Fast Fluid** и **EMACO® Fast Fibre**.

**EMACO® Fast Tixo** — безусадочный быстротвердеющий состав тиксотропного типа для конструкционного ремонта. **Применяется при температуре от –10 °С до +30 °С.** Предназначен для ремонта вертикальных и потолочных поверхностей без устройства опалубки, для восстановления бетонных конструкций, подверженных действию агрессивных сред, а также для ремонта армированных (в том числе преднапряженных) конструкций гидротехнических сооружений и сооружений морского и внутреннего водного транспорта, балок, опор, мостовых плит и т. д.

Табл. 1. Результаты испытаний EMACO® Fast Tixo при различных температурах

Температура			Прочность на сжатие (МПа)				
Сухая смесь, °С	Вода, °С	Окружающая среда, °С	2 часа	4 часа	24 часа	7 суток	28 суток
+20	+20	+20	31	48	62	80	93
+20	+20	–5	8	18	55	80	86
+5	+5	+5	3	15	63	73	86
–5	+5	–5	2	6	34	75	82

**EMACO® Fast Fluid** — безусадочный быстротвердеющий состав наливного типа для конструкционного ремонта. **Применяется при температуре от –10 до +30 °С.** Предназначен для:

- ремонта гидротехнических сооружений и сооружений водного транспорта;
- подводного бетонирования, а также для проведения ремонтных работ в переменном уровне воды;
- ремонта армированных (в том числе преднапряженных) конструкций;
- ремонта густоармированных конструкций, где невозможно ручное и машинное нанесение;
- омоноличивания стыков сборных железобетонных конструкций.

Табл. 2. Результаты испытаний EMACO® Fast Fluid при различных температурах

Температура			Прочность на сжатие (МПа)				
Сухая смесь, °С	Вода, °С	Окружающая среда, °С	2 часа	4 часа	24 часа	7 суток	28 суток
+20	+20	+20	42	56	72	93	102
+20	+20	–5	9	26	64	82	89
+5	+5	+5	3	28	62	83	97
–5	+5	–5	2	8	48	73	88

**EMACO® Fast Fibre** — безусадочный быстротвердеющий состав наливного типа, содержащий жесткую металлическую фибру, для конструкционного ремонта. Применяется при температуре от –10 °С до +30 °С.

Предназначен для:

- ремонта конструкций, подверженных высоким ударным и динамическим нагрузкам, — материал обеспечивает несущую способность конструкций даже после образования трещин;
- для строительства структурных, сейсмостойких элементов;
- ремонта в растянутых зонах балок пролетного строения.

Табл. 3. Результаты испытаний EMACO® Fast Fibre при различных температурах

Температура			Прочность на сжатие (МПа)					Прочность на изгиб, (МПа)
Сухая смесь, °С	Вода, °С	Окружающая среда, °С	2 часа	4 часа	24 часа	7 суток	28 суток	28 суток
+20	+20	+20	47	59	75	92	104	29
+20	+20	–5	9	25	62	83	91	
+5	+5	+5	2	24	64	84	97	
–5	+5	–5	2	4	46	74	92	

Как следует из приведенных таблиц с результатами испытаний, данные материалы при температуре +20 °С уже через 2 часа набирают прочность, достаточную для работы сооружения в обычном режиме. Кроме этого, даже при проведении работ в зимнее время данные материалы не требуют устройства «тепняка» и обладают такими сроками твердения, которые позволяют значительно сократить период производства работ, уменьшив, таким образом, трудозатраты и получив существенный экономический эффект.

Ремонт железобетонных конструкций гидротехнических сооружений, в зависимости от их расположения, вида и размера разрушения, производится различными способами. К ним относятся:

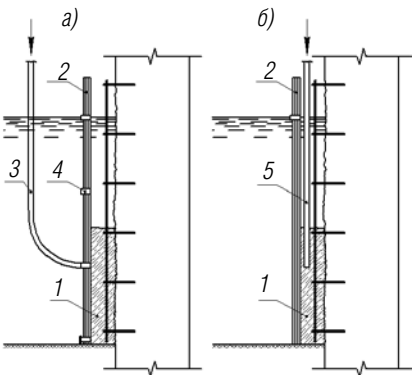
- локальный ремонт ручным способом в надводной зоне;
- локальный ремонт ручным способом в подводной зоне (с помощью водолазов);
- подводное механизированное бетонирование;
- ремонт с применением кессонов и плавсредств;
- капитальный ремонт с применением различной техники.

От выбранного способа ремонта зависит и выбор применяемых материалов. Допустим, при выполнении локального ремонта небольших повреждений на малых глубинах, в том числе в условиях водного потока, применяются материалы, твердеющие под водой в течение 5 минут (**PCI POLYFIX® 5 min**). При подводном механизированном бетонировании применяются специальные литые составы для заливки в опалубку. Существуют две схемы заливки методом вытеснения воды из опалубки:

- а) по гибкому шлангу через втулки в опалубке;
- б) по трубопроводу, нижний конец которого опущен в бетонную массу.

При производстве работ на достаточно больших площадях в переменном уровне воды наиболее удобным является применение кессонов. В этом случае лучше всего применять тиксотропные составы для работы на вертикальных поверхностях.

Вообще выбор материала для ремонта в каждом случае достаточно индивидуален и основывается на конкретных требованиях: необходимости обеспечения морозостойкости, сульфатостойкости, водонепроницаемости, высокой прочности при конструкционном ремонте или стойкости к истиранию при высокой кавитации. Однако, кроме перечисленных свойств, все применяемые материалы должны соответствовать нескольким общим требованиям:



Схемы заливки методом вытеснения воды из опалубки

1 — специальный бетон; 2 — опалубка; 3 — шланг; 4 — втулки; 5 — трубопровод

1. Как было выше отмечено, большинство гидротехнических сооружений построены из железобетона. Поэтому материалы для ремонта должны обладать максимальной совместимостью с бетоном. Совместимостью называется соответствие физических, химических и электрохимических характеристик ремонтной и существующей систем. Это соответствие является обязательным, если ремонтная система должна выдерживать все усилия и напряжения, вызываемые полной нагрузкой, и при этом не терять своих свойств и не разрушаться в конкретных условиях окружающей среды в течение определенного временного промежутка. Под ремонтной системой в данном случае подразумевается композитная система, состоящая из ремонтного материала, контактного слоя и ремонтируемого бетона. Однако для хорошей работы данной системы требуется максимальное соответствие физико-механических и прочих характеристик ремонтного материала подобным характеристикам ремонтируемого бетона. Таким образом, можно сделать вывод о том, что для ремонта цементобетонных конструкций наиболее пригодны материалы на цементной основе как наиболее схожие по характеристикам.
2. Применяемые материалы должны быть безусадочными и иметь высокий показатель адгезии. Сами по себе высокие физико-механические характеристики ремонтного материала не являются гарантией качественного ремонта. Только сохранение композитной системы может служить основой долговечности отремонтированной конструкции. Критерием обеспечения сохранности композитной системы и является показатель адгезии.

В заключение хотелось бы отметить, что целью данной статьи является доказательство того, что любое гидротехническое сооружение, независимо от сложности его конструкции или условий эксплуатации, наличия агрессивных воздействий или ограничения сроков производства работ, можно качественно отремонтировать и тем самым значительно продлить срок его эксплуатации. Для этого на настоящий момент имеются все необходимые материалы с широким спектром свойств, а также различные технологии их применения.

Ледина М. В.



**ООО «БАСФ Строительные системы»**  
**Подразделение концерна BASF**  
**по производству строительной химии в России**  
**Тел. (495) 225-6436, факс (495) 225-6417**  
**www.stroysist.ru**



## ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ



ЗАО «АРЕАН-Геосинтетикс» предлагает современные геосинтетические рулонные материалы ведущих зарубежных компаний DuPont, Huesker Syntetic GmbH, Colbond Geosynthetics b.v. и отечественных производителей. Среди порядка ста различных типов и разновидностей представлены материалы, применяемые в строительстве гидротехнических сооружений и транспортных магистралей: портовых и терминальных комплексов, плотин и дамб, подъездных железнодорожных путей и автодорог, морских защитных сооружений.

Геосинтетические материалы применяются там, где требуется надежность, долговечность и простота изготовления. «АРЕАН-Геосинтетикс» предлагает широкий спектр геосинтетиков, которые по функциональным назначениям условно можно выделить в три основные группы:

- армирующие (геоткань «Стабиленка»<sup>®</sup>, георешетки «Фортрак»<sup>®</sup>, «Форнит»<sup>®</sup>, геотубы «Рингтрак»<sup>®</sup>);
- гидроизолирующие (полимерные геомембраны, бентонитовые маты «НаБенто»<sup>®</sup>);
- системы защиты берегов и дна (заполняемые бетонным раствором плоские геооболочки «Инкомат»<sup>®</sup>, геотекстиль «Тайпар»<sup>®</sup> SF, геоткань «Стабиленка»<sup>®</sup>).

Во всем мире геосинтетические материалы широко используются при строительстве гидротехнических сооружений и во многих других областях строительства. И, как по-

казывает опыт эксплуатации объектов, подтверждается эффективность их применения. Последние десять лет при строительстве ж/д путей и автомагистралей, портовых и терминальных комплексов в Ленинградской области и Северо-Западном регионе проектные организации, строители начинают также активно применять геосинтетические материалы. Например, компания «АРЕАН-Геосинтетикс» производила предварительные расчеты, подбор и поставки геосинтетических материалов на ряд объектов: в Мурманском морском торговом порту и строящемся портовом комплексе в Усть-Луге для укрепления берегов использованы мешки, изготовленные из геотекстиля «Тайпар»<sup>®</sup> SF и заполняемые песком; в Петербургском торговом порту — георешетки «Форнит»<sup>®</sup> для армирования основания ж/д подъездных путей, для армирования асфальтобетона на грузовой площадке порта использована георешетка «Хателит»<sup>®</sup> С 40/17; для гидроизоляции днищ резервуаров в нефтеналивном порту в Приморске применены геомембраны GSE.

Вот краткие описания некоторых материалов, малоизвестных для отечественных инженеров.

«Инкомат»<sup>®</sup> — геосинтетический материал, на сегодняшний день редко используемый в отечественной практике, однако за рубежом широко применяемый в строительных системах для укрепления дна и берегов. Он состоит из двух

высокопрочных синтетических полотен, соединенных между собой специальным образом, образующим плоскую оболочку, которая заполняется непроницаемым и высокопрочным бетоном, и является достойной альтернативой классическим способам укрепления берегов и дна водоемов.

Бентонитовые маты «НаБенто»<sup>®</sup> представляют собой два слоя полипропиленовой ткани, между которыми находится активированный порошок бентонитовой глины, при намокании приобретающий гидроизоляционные свойства. Исключительно просты в укладке, не требуют специального сварочного оборудования, обладают свойством «самозалечиваться», т. е. не критичны к повреждениям. Тип «НаБенто»<sup>®</sup> RL имеет фрикционное покрытие, позволяющее укладывать его на крутые откосы без дополнительного крепления. Используются для гидроизоляции, в частности при создании противофильтрационных завес.

Геотубы «Рингтрак»<sup>®</sup> изготавливаются из поливинилалкоголя со стандартной прочностью до 400 кН/м и используются в качестве несущей оболочки песчаных свай при устройстве свайных полей на водонасыщенных илистых грунтах и подтопляемых территориях, имеющих недренированное сцепление от 1 до 15 кН/м<sup>2</sup>. Комплексное применение таких геотуб в сочетании с геотканью «Стабиленка»<sup>®</sup> и георешеткой «Фортрак»<sup>®</sup> позволило отводить 140 Га производственных площадей завода «Аэробус» в заиленном заливе реки Эльбы, где мощность илистых грунтов с  $C_u = 0,4 \dots 10$  кН/м<sup>2</sup> достигала величины 14...18 метров.

«Колбонддрейн»<sup>®</sup> представляет из себя геодрену, состоящую из тонкого пористого гибкого сердечника шириной 10 см, с обеих сторон закрытую нетканым геотекстилем. Предназначен для вертикального дренажа больших площа-

дей под основанием зданий, дамб, намывных территорий и т. п., возводящихся на слабых водонасыщенных грунтах с низким коэффициентом фильтрации. Применение таких геодрен позволяет ускорить осадку основания в десятки раз и тем самым резко сократить сроки строительства.

Пятнадцатилетний опыт работы компании «АРЕАН-Геосинтетикс» с геосинтетическими материалами, компьютерный расчет и выбор оптимальных типов материалов на основе технических требований по каждому объекту помогут принять правильное инженерное решение.

**АРЕАН**  
ГЕОСИНТЕТИКС

**DUPONT**

**HUESKER**

**COLBOND**

**ЗАО «АРЕАН-Геосинтетикс»**

**Санкт-Петербург,**

**Коломязский проспект, д. 18, оф. 4-095**

**Тел./факс: (812) 305-9040, 305-9041**

**E-mail: info@areangeo.ru**

**http://www.areangeo.ru**

**КОМИТЕКС**  
www.komitex.ru

**ЛИДЕР В ПРОИЗВОДСТВЕ  
НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РОССИИ**

**Геотекстильные полотна «Геоком» для:**

- строительства и ремонта автомобильных и железных дорог;
- обустройства нефтяных, газовых и других месторождений и пр.
- Нетканые полотна для строительства (обмотки трубопроводов; строительства бассейнов; при укладке тротуарной плитки; в инверсионной кровле и др.)

**ОАО «Комитекс»**

167981, г. Сыктывкар, ул. 2-я Промышленная, 10  
тел. (8212) 286-513, 286-547, 286-575; факс 286-560  
market@komitex.ru





КУПОН БЕСПЛАТНОЙ ПОДПИСКИ НА ЖУРНАЛ «ГИДРОТЕХНИКА»

Уважаемые читатели!  
Для бесплатного получения журнала, пожалуйста, заполните подписную карточку и отправьте ее по факсу (812) 712-90-48. 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.

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» способствует установлению новых деловых контактов. Мы искренне рады, когда благодаря нашему изданию завязываются партнерские отношения. В приведенном ниже списке отметьте, пожалуйста, компании, представленные в текущем номере журнала, о которых Вы хотели бы получить более подробную информацию:

Компания	Стр	Компания	Стр	Компания	Стр
<input type="checkbox"/> АВА Гидросистемы	14-15	<input type="checkbox"/> Композит	70-71	<input type="checkbox"/> ПОЛИИНФОРМ	9
<input type="checkbox"/> Акватик	55-57	<input type="checkbox"/> Кронштадт	27-29	<input type="checkbox"/> Рассвет-К	66-69
<input type="checkbox"/> Амвит	80-81	<input type="checkbox"/> МПКиТ	59	<input type="checkbox"/> Сонар	65
<input type="checkbox"/> АРЕАН-Геосинтетикс	86-87	<input type="checkbox"/> МС-Баухеми	82-83	<input type="checkbox"/> Спецморстрой	48
<input type="checkbox"/> БАСФ Строительные системы	84-85	<input type="checkbox"/> Овация	49	<input type="checkbox"/> СтилПейнт	78-79, 4 обложка
<input type="checkbox"/> ГТ-Инспект	36-39	<input type="checkbox"/> Охтинский завод	53	<input type="checkbox"/> Тетис Про	60-63
<input type="checkbox"/> Интерприбор	43	<input type="checkbox"/> строительных машин	41	<input type="checkbox"/> ТПК	54
<input type="checkbox"/> Йотун Пейнтс	73	<input type="checkbox"/> ПетробурСервис	59	<input type="checkbox"/> РН-Туапсенефтепродукт	30-35
<input type="checkbox"/> Комитекс	87	<input type="checkbox"/> Подводспецмонтаж		<input type="checkbox"/> Экран	42

Освещая различные темы и проблемы, редакция учитывает интересы наших читателей. Отметьте, пожалуйста, материалы текущего номера, которые вызвали у Вас особый интерес:

Автор, тема:	Стр.	Автор, тема:	Стр.
<input type="checkbox"/> Азбель Г. Г., Верстов В. В., Гольденштейн И. В., Кириллов Д. М. Применение виброгрейферов — путь к снижению себестоимости в работах нулевого цикла	50	<input type="checkbox"/> Колюшев И. Е., Николаев В. Е., Герасимов А. Г. Уникальный объект — уникальные технологии	18
<input type="checkbox"/> Берсенов А. В. Водолазное обследование гидротехнических сооружений	64	<input type="checkbox"/> Меншиков В.Л. Техническая эксплуатация портовых гидротехнических сооружений в новых экономических условиях	24
<input type="checkbox"/> Бляшко Я. И. Опыт и проблемы развития малой гидроэнергетики в России	10	<input type="checkbox"/> Российская гидроэнергетика: современное состояние и перспективы развития	6
<input type="checkbox"/> Василевский А. Г. Система наблюдений за состоянием гидротехнических сооружений комплекса защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений	20	<input type="checkbox"/> Хенрик Монтал. Каркас как основа качественной отбойной системы	27
<input type="checkbox"/> Василевский В. В., Судаков В. Б. Совершенствование технологии укладки укатанного бетона при строительстве крупных плотин	44	<input type="checkbox"/> Чижов Е. А., Чижов А. Е., Новиков С. Г. Эластичные грунтопроводы	66
<input type="checkbox"/> Вотинов А. В., Сушко Ю. В. Основные гидротехнические решения глубоководного причала 1А в порту Туапсе	30	<input type="checkbox"/> Шурухин Л. А., Малинин Д. А. Опыт применения современных материалов и технологий на воднотранспортных гидротехнических сооружениях	55
<input type="checkbox"/> Радюкин Ю. С. Глубоководные водолазные комплексы, размещаемые на судах	60	<input type="checkbox"/> Щекачихин В. И. Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений – первые шаги к полноценной эксплуатации	17
<input type="checkbox"/> Колгушкин А. В., Беляев Н. Д. Учет неравномерности коррозионного воздействия морской среды при проектировании и строительстве сквозных ГТС на металлическом основании	74		

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
- ☐ Принять участие в распространении журнала
- ☐ Представить журнал на сайте своей компании (дать ссылку на журнал)







# ГИДРОСТРОЙ

Международная специализированная выставка  
гидростроительства и гидротехнических сооружений

**1 - 3 ноября 2010**

Москва, МВЦ Крокус Экспо, павильон 2, зал 5

**ОРГАНИЗАТОР  
ВЫСТАВКИ:**



**ОСНОВНАЯ ЦЕЛЬ:**

*Проведение специализированного мероприятия,  
способствующего экспонентам в налаживании новых деловых  
контактов и партнерских отношений, расширение круга  
потребителей.*

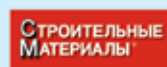
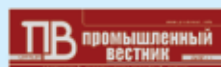
## ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

- Проектирование гидротехнических сооружений
- Строительство гидротехнических сооружений
- Эксплуатация гидротехнических сооружений
- Специальная техника для гидростроительства
- Материалы и конструкции для строительства, содержания и ремонта гидросооружений
- Технологии подводного строительства
- Мелиорация
- Обустройство береговых линий
- Порты и сооружения для обслуживания водного транспорта

## ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА:

В рамках выставки проводится конференция: "Состояние и перспективы развития гидростроительства в России", а также семинары, круглые столы, презентации фирм участников

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:**



Оргкомитет: ООО «Выставочная компания «Мир-Экспо»  
Россия, 115533, Москва, проспект Андропова, 22  
Тел./факс: 8 499 618 05 65, 8 499 618 36 83, 8 499 618 3688  
[build@mirexpo.ru](mailto:build@mirexpo.ru) | [www.mirexpo.ru](http://www.mirexpo.ru)





## STEELPAINT

Номер 1 в Европе  
среди однокомпонентных  
Полиуретановых Материалов

### ...и вновь STEELPAINT-PUR-Системы

Благодаря своему беспримерному по продолжительности сроку службы и преимуществам перед традиционными эпоксидными покрытиями, все большее применение находят полиуретановые материалы Stelpant. Обеспечивая надежную защиту от воздействия соленой воды, атмосферных факторов, агрессивных промышленных выбросов, механических нагрузок и истирания, покрытия Stelpant являются лучшим решением для защиты таких сооружений, как:

- Пирсы, причалы, шпунтовые стенки, грузоподъемные краны, мосты
- Корабли, морские нефтяные платформы, доки, шлюзы, плотины
- Резервуары, трубопроводы
- Промышленные предприятия, электростанции, нефтеперерабатывающие заводы.

Даже при продолжительном воздействии морской и пресной воды покрытия Stelpant не теряют своих качеств и остаются эластичными, обеспечивая надежную антикоррозионную защиту металлоконструкций, в том числе в сочетании с электрохимической защитой. Подтверждением этого являются многочисленные объекты гидротехнического строительства по всему миру.



JadeWesserPort, Германия  
Контейнерный терминал Вильгельмсхафен;  
окрашено более 300 м<sup>2</sup> шпунтовых стенок,  
строительство 2008–2012 гг.

## STEELPAINT

Stelpant 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.stelpant.com · Email: mail@stelpant.com

Офис в Москве: 121069 Мерзляковский пер. 15 оф. II  
Телефон: (495) 697 15 66, 933 28 46 Факс: (495) 935 89 21  
E-mail: stelpant@co.ru