

# ГИДРОТЕХНИКА

Гидроэнергетика. Морские ГТС. Порты.

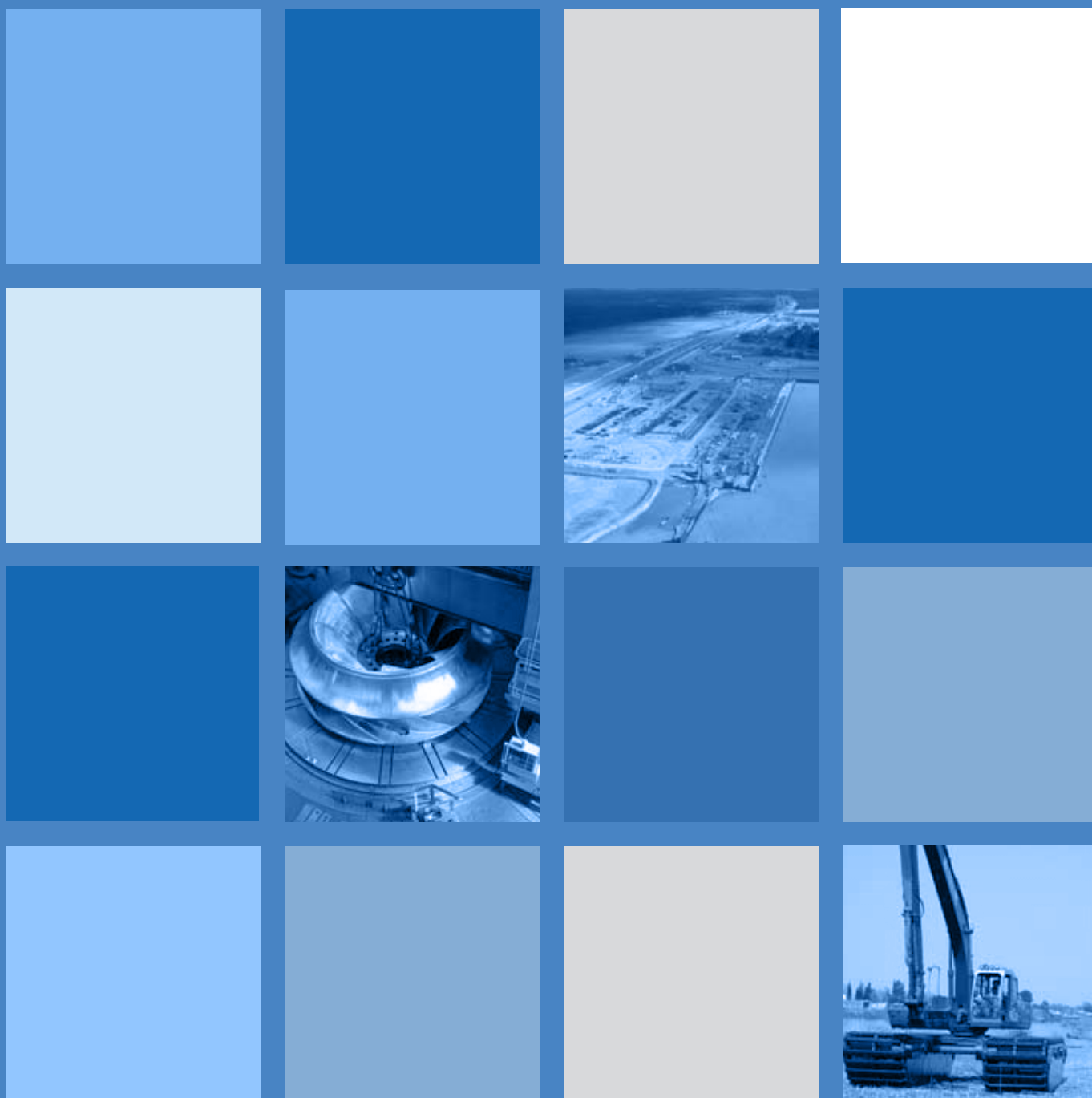
Инженерные изыскания. Подземное строительство.

Экология. Водохозяйственные объекты. Гидромеханизация.

**2010**

**№ 2 (19)**

**июнь 2010 — сентябрь 2010**



# Журнал ГИДРОТЕХНИКА

преемник журнала «Техника для гидротехнического строительства» (2005–2008)

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

Оформите бесплатную подписку на журнал «ГИДРОТЕХНИКА»

**Учредитель: издательство «ТАНДЕМ» (ООО)**

Адрес редакции  
**192007, Санкт-Петербург,  
Тамбовская ул., д. 8, лит. Б**  
**Т./ф.: (812) 712-90-48, 712-90-66,  
640-03-34, 640-19-84**

Для макетов  
**gts2005@yandex.ru**

Главный редактор:  
**Ильина Татьяна Владимировна**  
(812) 712-90-48, 8 921 961 79 62, info@hydrotech.ru

Зам. главного редактора:  
**Павлова Виктория Михайловна**  
(812) 640-03-34, vp@hydrotech.ru

Отдел рекламы:  
**Ковалевич Елена Валентиновна**  
(812) 712-90-66, evk@hydrotech.ru

Менеджеры:  
**Гаврилова Анна**, (812) 640-03-34, reclama@hydrotech.ru  
**Ахвердиев Ариф**, (812) 640-19-84, pr@hydrotech.ru

Технический редактор  
**Кудрявцева Ольга Вадимовна**

Дизайн и верстка  
**Елена Владимирова**

Корректор  
**Мария Доброва**

Отпечатано в типографии «Взлет»  
Санкт-Петербург

Распространяется **бесплатно** целевой адресной рассылкой,  
на конференциях, выставках, семинарах отраслевой тематики

Уст. тираж 8 000 экз.  
Подписано в печать 24.06.2010

Свидетельство о регистрации федерального, международного СМИ  
выдано **2 декабря 2008 г.**, 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.

**Редакционный совет**

**Абубакиров Ш. И.**, к. т. н., зам. главного инженера по  
технологическому оборудованию ОАО «Институт Гидропроект»

**Алексеев М. И.**, д. т. н., профессор, академик РАЕН, зав.  
кафедрой водоотведения и экологии СПбГАСУ

**Альхименко А. И.**, д. т. н., профессор, декан СПбГПУ, зав.  
кафедрой «Гидротехническое строительство»

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

**Даишев Ш. Т.**, д. т. н., профессор, главный специалист-  
гидрометеоролог управления охраны окружающей среды  
ООО «Нефтегазгеодезия».

**Жигульский В. А.**, к. т. н., директор ООО «Эко-Экспресс-Сервис»

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

**Лукьянов С. В.**, к. ф.-м. н., директор Морского института РГГМУ

**Лупачев О. Ю.**, к. т. н., руководитель Невско-Ладожского  
бассейнового водного управления

**Меншиков В. Л.**, к. т. н., президент «Ассоциации морских  
экспертных организаций по ГТС», главный инженер проекта  
«Союзморниипроект»

**Мигуренко В. Р.**, генеральный директор ОАО «Ордена Трудового  
Красного Знамени Трест «Спецгидроэнергомонтаж»

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

**Станкевич В. Л.**, зам. генерального директора ОАО «Ордена  
Трудового Красного Знамени Трест «Спецгидроэнергомонтаж»

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

**Цвик А. М.**, к. т. н., заместитель директора СПКТБ  
«Ленгидросталь»

**Улицкий В. М.**, д. т. н., профессор, зав. кафедрой оснований  
и фундаментов СПбГУПС, председатель международного  
технического комитета «Взаимодействие оснований  
и сооружений»

**Цернант А. А.**, д. т. н., профессор, академик РАТ, РАЕН;  
зам. генерального директора по науке,  
главный инженер ЦНИИС

**Шилин М. Б.**, д. г. н., профессор РГГМУ и СПбГПУ, главный  
специалист ООО «Нефтегазгеодезия»

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

## УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ! ДОРОГИЕ ПАРТНЕРЫ И КОЛЛЕГИ!

Мы начали готовить этот номер журнала, когда вся страна жила подготовкой к 65-летию Победы в Великой Отечественной войне! Общий настрой одновременной торжественности и скорби, патриотизма и желания делать что-то полезное в этом мире особо повлияли и на нашу работу. Готовя материалы к публикации, мы встречались с авторами, членами редакционного совета, экспертами, многие из которых тогда, в сороковые, были мальчишками, чье детство оборвала война. Они пережили смерть близких людей, они трудились, падая от голода и усталости, чтобы хотя бы чем-то помочь своим воевавшим отцам и своей стране.

Думалось о том, что поколение заставших войну — особенное, это поколение создателей, поколение необыкновенно творческих и духовно богатых людей, честных и принципиальных, на которых сегодня держится очень многое в нашей противоречивой жизни. Словно война поставила запреты на ложь, предательство, цинизм. Мы, сотрудники редакции, особенно это почувствовали, когда наши старшие товарищи поддержали журнал «ГИДРОТЕХНИКА» при попытке дискредитировать его репутацию и доброе имя.

В эти месяцы особенно вспоминались Виктор Иванович Телешев и Милош Павлович Павчич, не дожившие до знаменательной даты. Люди, которые стояли у истоков журнала в новом его облике и которые видели в нашем общем деле особую миссию. Им совершенно не было свойственно то, что сегодня называется коммерческим интересом, им было важно, чтобы журнал объединял и поддерживал истинных профессионалов. Сегодня, храня светлую память об ушедших старших коллегам, мы делаем всё возможное, чтобы способствовать решению профессиональных задач, которые чаще всего имеют государственный масштаб.

Было приятно сознавать, что, несмотря на множество проблем и изменившуюся социально-экономическую ситуацию, современное поколение профессионалов продолжает традиции, основанные на богатейшем опыте старших, на исключительно профессиональном подходе к своему делу. У каждой компании, представленной на страницах этого номера, есть свои большие и маленькие победы, которые все вместе способствуют развитию нашей страны.

В этом номере вы увидите новые рубрики и направления, проблемы, которые требуют нашего общего решения. Надеемся, что обновленное содержание журнала будет вам интересно и вызовет желание поделиться мнениями, идеями, опытом, разработками, профессиональными достижениями.

*От имени редакции, с глубоким уважением  
и наилучшими пожеланиями,  
главный редактор Татьяна Ильина*

**РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «ГИДРОТЕХНИКА»**

**ПОЗДРАВЛЯЕТ СО ЗНАМЕНАТЕЛЬНЫМИ ДАТАМИ**

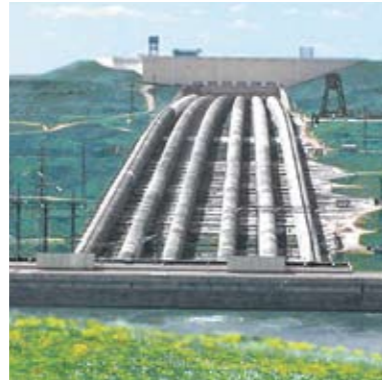
**И СОБЫТИЯМИ НАШИХ УВАЖАЕМЫХ ПАРТНЕРОВ!**

125 лет институту «ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ». Многолетняя славная история наполнена созидательными решениями и открытиями. Специалисты «ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ» проектировали, восстанавливали и строили новые порты, судоремонтные предприятия, перегрузочные комплексы и множество других морских сооружений по всей территории России, СССР и за рубежом. Именно здесь были созданы первые в мировой практике типовые технологические схемы перегрузочных работ, разработаны первые в России проекты контейнерных терминалов. Опыт и профессиональные достижения ОАО «ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ» способствовали мощному развитию портов страны, их техническому оснащению. И сегодня высоко профессиональный коллектив ведет разработку и строительство сложнейших морских объектов, стратегически важных в системе морского транспорта России.

15 лет строительной компании «ГИДРОКОР». За этот, казалось бы, небольшой период, на строительном рынке России компания заслужила репутацию ведущей организации в области строительства гидротехнических сооружений и промышленных объектов с применением геосинтетиков. Специалисты компании нередко ведут работы в сложных климатических условиях, разрабатывают и внедряют новые технологические решения, которые основаны на многолетних исследованиях и научно-методических разработках.

3АО «ПОЛИИНФОРМ» ВОШЛО В СПИСОК ФИНАЛИСТОВ КОНКУРСА ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ (Лапперанта, Финляндия) С ЭЛЕКТРОМАГНИТОМЕТРИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ КМД-01М ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ ТРУБОПРОВОДОВ. Презентация комплекса состоялась на страницах журнала «ГИДРОТЕХНИКА», мы уверены, что это далеко не последняя заслуженная победа ЗАО «ПОЛИИНФОРМ».

# ГИДРОТЕХНИКА



## Раздел 1

<b>ГИДРОЭНЕРГЕТИКА</b> .....	5–25
Абубакиров Ш. И. Опыт и перспективы использования асинхронизированных гидрогенераторов в проектах ОАО «Институт Гидропроект» .....	6
Пеклер К. В. Этапы технического перевооружения гидроэлектростанций европейской части России .....	12
Курбесов М. А. Подпятник агрегата как элемент безопасности ГЭС .....	14
Возрождение малой гидроэнергетики (ЗАО «Подводречстрой-1») .....	18
Трифонов Д. С. ГК «ТЯЖМАШ»: новейшая история высоких технологий.....	20

## Раздел 2

<b>МОРСКИЕ СООРУЖЕНИЯ. ПОРТЫ</b> .....	26–39
Чубаренко Б.В., Соколов А.Н. К вопросу о выборе конфигурации оградительных сооружений для марин на песчаном берегу юго-восточной Балтики.....	27
Парнова В. Б. Телескопический мобильный трап — будущее российских пассажирских портов .....	35
ОАО «Гидрострой»: традиции надежности и качества.....	38

## Раздел 3

<b>ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ. СТРОИТЕЛЬСТВО</b> .....	40–57
Бриллиантов А. Н., Глотко А. В., Жуков Г. Д., Каргаполова И. Н. Размывы трубопроводов в верхних бьефах гидроузлов.....	41

Полный спектр геодезического оборудования (ЗАО «Геодезические приборы») .....	44
Улицкий В. М., Шашкин А. Г. Подземные сооружения в условиях городской застройки на слабых грунтах.....	46
Шибавев С. Ю. Современные технологии герметизации железобетонных конструкций .....	55

## Раздел 4

<b>ЭКОЛОГИЯ И ГИДРОТЕХНИКА</b> .....	58–70
Зайцев В. М., Клеванный К. А., Лукьянов С. В., Рябчук Д. В., Спиридонов М. А., Шилин М. Б. Оценка экологического состояния районов подводных отвалов грунта в Невской губе .....	59
Жигульский В. А. Опыт системного подхода к проектированию, охране окружающей среды, науке, производству и подготовке квалифицированных кадров в крупной коммерческой компании.....	64
Торопов А.В., Широков Ю.Р. Международная конференция «Реки Сибири»: усилия общественности для сохранения сибирских рек .....	68

## Раздел 5

<b>ГИДРОМЕХАНИЗАЦИЯ. ПОДВОДНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ</b> .....	71–87
Делянов А.В. Новый высоконапорный самовсасывающий агрегат ВСА -500 на службе у гражданского и военного флота.....	73
Киркин В.И. Водолазное дело — сфера профессиональной деятельности.....	76
Лиф М.М. Гидромеханический скрепер на разработке подводных траншей .....	80
Waterking — машины-амфибии.....	86

# concrete and metal testing



## SilverSchmidt

Молоток для испытания бетона

Молоток SilverSchmidt представляет новейшие разработки компании и позволяет измерять прочность по ГОСТ 22690 в диапазоне от 5 до 170 Н/мм<sup>2</sup>. Встроенный электронный блок; увеличенный более чем в 3 раза срок службы пружины; отсутствие влияния пространственного положения молотка на результаты измерений. Прошел тесты НИИЖБ на объектах «Москва-Сити» и «Миракс Плаза».



## Original Schmidt

Молоток для испытания бетона

Более 50 лет во всем мире для оценки прочности бетонов применяют молотки Шмидта. Существующие типы N, L, NR и LR позволяют измерять прочность по ГОСТ 22690 в диапазоне от 10 до 70 Н/мм<sup>2</sup>. Типы NR и LR осуществляют регистрацию результатов на бумажную ленту в виде гистограммы.



## Pundit Lab

Ультразвуковой прибор

Pundit Lab — НОВИНКА 2010 года — ультразвуковой прибор для определения прочности на сжатие бетона по ГОСТ 17624-87, а также для определения глубины поверхностных трещин в бетоне. Имеет возможность отображать форму сигнала на ПК либо осциллографе.



## Equotip3

Динамический твердомер для металла с выносным датчиком

Equotip3 — самый передовой универсальный портативный твердомер, разработанный компанией Proceq. Имеет возможность подключения различных датчиков. Внесен в Госреестр средств измерений РФ.



## Profoscope

Определение местоположения стержней арматуры и толщины защитного слоя бетона

Универсальный прибор с встроенным датчиком. Удобное управление и визуализация результатов в режиме реального времени. Диапазон измерений толщины защитного слоя — до 180 мм. Определение диаметра стержня, средней точки между стержнями. Внесен в Госреестр средств измерений РФ.



## Equotip Bambino 2

Динамический твердомер для металла с встроенным датчиком

Equotip Bambino 2 — наиболее эффективный и простой в использовании твердомер. В нем сочетаются легкость, компактный дизайн и возможность замены датчиков D/DL. Результаты измерений отображаются во всех общепринятых шкалах твердости: HV, HB, HRC, HRB, HS. Высокая точность с автоматической коррекцией пространственного положения датчика. Внесен в Госреестр средств измерений РФ.

Официальный представитель Proceq SA в России  
ООО «Просек Рус»  
Санкт-Петербург, ул. Оптиков, д. 4, к. 2, лит. А, оф. 412  
Тел./факс: +7 812 448 35 00  
info-russia@proceq.com www.proceq-russia.ru



# proceq

Made in Switzerland

... more than 50 years of know-how you can measure!

# 1.

5-25

## ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

ОБОРУДОВАНИЕ ГЭС

ГАЭС В РОССИИ И МИРЕ

МАЛЫЕ ГЭС



# ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АСИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ В ПРОЕКТАХ ОАО «ИНСТИТУТ ГИДРОПРОЕКТ»



**Абубакиров Ш. И.**,  
к. т. н., зам. главного инженера по технологическому оборудованию ОАО «Институт Гидропроект»

## Введение

Современное состояние энергетического рынка приводит к росту потребности в гидроагрегатах, которые были бы способны очень быстро подавать энергию в энергосистему и также быстро забирать энергию из энергосистемы. Агрегаты с переменной частотой вращения, или асинхронизированные гидрогенераторы, являются достойным ответом на такие требования. Кроме того, в части повышения КПД, в сравнении с традиционными синхронными машинами, они предоставляют больше преимуществ с точки зрения динамической работы.

В гидроэнергетике применение асинхронизированных гидрогенераторов связано, как правило, с их установкой на гидроаккумулирующих электростанциях в качестве средств для повышения КПД и гибкости управления станцией.

В этой связи, говоря об асинхронизированных гидрогенераторах, нельзя не сказать несколько слов о развитии гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС) в мире и в России.

Графики потребления электроэнергии современных энергообъединений отличаются высокой степенью неравномерности, что создает трудности как с покрытием пиков, так и в еще большей степени с прохождением ночных провалов суточных графиков электрической нагрузки. Особенно актуальной является эта проблема для энергосистем европейской части России, где преобладают низкоманевренные блоки тепловых электростанций, теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) и атомные электростанции. В этой ситуации ГАЭС обладают максимальными маневренными преимуществами. В отличие от других типов маневренных электростанций, которые могут покрывать только пиковые нагрузки, ГАЭС могут работать и в насосном режиме в провале графика электрической нагрузки, обеспечивая более благоприятный базисный режим тепловых и атомных электростанций. Дополнительно к основным функциям ГАЭС привлекаются к регулированию частоты и напряжения в электрической сети, а при необходимости и к несению функций быстро вводимого аварийного резерва.

Зарубежный опыт эксплуатации ГАЭС и прошедший период эксплуатации Загорской ГАЭС показал несомненную актуальность использования ГАЭС в энергосистемах Европейской части России.

## Краткая информация о развитии ГАЭС в мире

Работа ГАЭС заключается в смене двух отдельных во времени режимов: потребления энергии, или заряда (насосный режим работы ГАЭС), и выработки электроэнергии, или разряда (генераторный или, как его иногда называют, турбинный режим работы ГАЭС).

Заряд ГАЭС осуществляется во время снижения электропотребления, т. е., как правило, ночью, а в отдельных случаях — в период дневного провала нагрузок. При разряде ГАЭС, происходящем в часы максимальной нагрузки, а также при аварии на других станциях или электрических сетях энергосистемы, осуществляется работа ГАЭС в турбинном (генераторном) режиме. Кроме того, ГАЭС могут работать в режиме как производства, так и потребления реактивной энергии.

Высокая маневренность ГАЭС определяется малым временем включения в работу, набора и сброса нагрузки. Так, пуск обратимых агрегатов ГАЭС из нерабочего состояния в турбинный режим с набором полной нагрузки составляет 2–3 минуты. Пуск этих агрегатов в насосный режим из нерабочего состояния в зависимости от мощности машин и способа пуска колеблется в пределах 5–6 минут. Время перевода из турбинного в насосный режим достигает 8–10 минут.

За рубежом гидроаккумулирование получило значительное развитие за последние два десятилетия, когда были построены наиболее крупные ГАЭС, данные о которых приведены в табл. 1. Развитие строительства ГАЭС во многих странах объясняется тем, что эти страны в значительной мере исчерпали свой экономический гидроэнергетический потенциал; немаловажную роль при этом играет продолжающийся рост пиковых нагрузок.

Табл. 1. Наиболее крупные ГАЭС мира

ГАЭС или ГЭС-ГАЭС	Страна	Год пуска в эксплуатацию 1-го агрегата	Мощность в турбинном режиме, МВт
Каневская	Украина	строится	3600
Гуанчжоу	КНР	1992	2400
Днестровская	Молдавия/Украина	строится	2268
Бат-Каунти	США	1985	2100
Маунт-Хоуп	США	строится	2000
Ладдингтон	США	1973	1872



Загорская ГАЭС

Окончание табл. 1

ГАЭС или ГЭС-ГАЭС	Страна	Год пуска в эксплуатацию 1-го агрегата	Мощность в турбинном режиме, МВт
Калаян	Филиппины	1982	1800
Динорвик	Великобритания	1984	1800
Гран-Мезон	Франция	1986	1800
Тяньхуаньпин	КНР	строится	1800
Блу Ридж	США	1990	1600
Рекун-Маунтин	США	1978	1600
Миньтан	Тайвань	1992	1600
Кайшадорская	Литва	1988	1600
Тамет III	Австралия	1972	1500
Саммит	США	строится	1500
Чюта-Пиастра	Италия	1980	1330
Такасегава 1 и 3	Япония	1980	1280
Окутатараги	Япония	1975	1240
Тамахара	Япония	1982	1240
Ко-Труа-Пон I и II	Бельгия	1969, 1979	1237
Окуесино	Япония	1977	1200
Хелмс	США	1982	1200
Бленем-Гильбоа	США	1973	1200
Кастайк	США	1976	1200
Дракенсберг	ЮАР	1983	1200
Мюррей	Австралия	1989	1190
Синтоене	Япония	1972	1150
Вианден I и II	Люксембург	1964, 1973	1125
Имайчи	Япония	1986	1080
Гольдисталь	Германия	построена	1060
Маркерсбах	Германия	1979	1050
Лаго-Делио	Италия	1971	1040
Эдоло	Италия	1981	1040
Пьедиллаго	Италия	1984	1000
Презенцано	Италия	1987	1000
Нортфилд-Маунтин	США	1972	1000
Бэд Крик	США	1990	1000

В настоящее время ГАЭС эксплуатируются в 35 странах мира. Наиболее интенсивно гидроаккумулирование развито в США, Японии, Германии, Италии, Франции, Швейцарии. На долю этих стран приходится около 200 ГАЭС, или 60% их общего числа; в частности, мощность ГАЭС США и Японии составляет около 40% общей мощности ГАЭС мира.

Сейчас в мире строится около 40 ГАЭС. Можно полагать, что к 2015 году их общая мощность существенно возрастет по сравнению с современной. Так же, как при строительстве ГЭС, отмечается тенденция к увеличению единичной мощности агрегатов ГАЭС, превышающей на ряде установок 300 МВт (табл. 2).

Табл. 2. Единичная мощность агрегатов наиболее крупных ГАЭС

ГАЭС или ГЭС-ГАЭС	Страна	Мощность агрегата в турбинном режиме, МВт	Количество гидроагрегатов, шт.	Максимальный напор, м
Бат-Каунти	США	457	6	329
Рекун-Маунтин	США	399	4	311
Имайчи	Япония	360	3	539
Хелмс	США	350	3	250
Самрангин	Республика Корея	347	2	355
Такасегава 1 и 3	Япония	336	4	241,7
Днестровская	Молдавия/Украина	330	7	155,4
Ладдингтон	США	329	6	110
Длоуге Стране	Чехия	325	2	545
Вайвенху	Австралия	325	2	116,2
Роки-Маунтин	США	320	3	225
Набара	Япония	310	2	340
Юктан	Швеция	306	1	237
Гуанчжоу	КНР	306	8	520
Тяньхуаньпин	КНР	306	6	526

## ГАЭС в России. Опыт проектирования и строительства

По проектам института «Гидропроект» (Москва), разработанным в период 1976–1978 гг., были введены в действие

две ГАЭС: Загорская ГАЭС (1987 г.); Кайшадорская (Круониская) ГАЭС (1992 г.).

На Загорской ГАЭС-1 общей мощностью 1200 МВт установлены шесть вертикальных обратимых агрегатов, состоящих из насос-турбин, изготовленных ПО ЛМЗ (С.-Петербург), и генераторов-двигателей, изготовленных ПО УЭТМ (Екатеринбург).

Проектная изученность ГАЭС институтом «Гидропроект» и бывшими его отделениями за последние, приблизительно, 20 лет представлена в **табл. 3**.

**Табл. 3**

Название ГАЭС	Проектная подготовленность
Загорская ГАЭС	Проект, 1976 г., «Гидропроект» (Москва). Действующая
Загорская ГАЭС-2	Проект, 2006–2007 гг., «Гидропроект» (Москва). Ведется строительство
Ленинградская ГАЭС	Проект, 1984 г., «Ленгидропроект» (С.-Петербург)
Карельская ГАЭС	ТЭО, 1992 г., «Ленгидропроект» (С.-Петербург)
Владимирская ГАЭС	Обоснование инвестиций, 2004 г., «Гидропроект», Москва
Волоколамская ГАЭС	ТЭР выбора площадки для строительства ГАЭС в «Мосэнерго», 1991 г., «Гидропроект», Москва
Центральная (Ржевская) ГАЭС	ТЭО, 1984 г., «Мособлгидропроект»
Волгоградская ГАЭС	Справка
Средневожская (Козловская) ГАЭС	ТЭО (без утверждения), 1991 г., «Самарагидропроект»
Средневожская (Камско-Польская) ГАЭС	ТЭО (без утверждения), 1990 г., «Самарагидропроект»
Лабинская ГАЭС	ТЭД о строительстве ГАЭС на территории РФ, 2002 г., «Гидропроект», Москва
Краснополянская ГАЭС	ТЭД о строительстве ГАЭС на территории РФ, 2002 г., «Гидропроект», Москва
Кармановская ГАЭС	ТЭД о строительстве ГАЭС на территории РФ, 2002 г., «Гидропроект», Москва
Кайшадорская (Круониская) ГАЭС (Литва)	Проект, 1976 г., «Гидропроект», Москва. Действующая
ГАЭС Тери (Индия)	Проект, 1992 г., «Гидропроект», Москва. Ведется строительство
Каневская ГАЭС (Украина)	Проект, 1985 г., «Укргидропроект». Действующая
Днестровская ГАЭС (Украина)	Проект «Укргидропроект». Действующая

Из представленных в таблице ГАЭС в настоящее время осуществляется выпуск рабочих чертежей и ведутся строительные работы на Загорской ГАЭС-2. Работа над проектом Загорской ГАЭС-2 ведется институтом «Гидропроект» с перерывами, начиная с 1989 года. В 2005 году было выпущено распоряжение о разработке «Обоснований инвестиций в строительство Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье».

Техническим заданием заказчика — ОАО «Загорская ГАЭС» — на разработку «Обоснований инвестиций в строительство Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье» было определено:

- Применение однотипного с Загорской ГАЭС оборудования с возможным улучшением энергетических и эксплуатационных показателей.
- Наличие общего нижнего бассейна для существующей Загорской ГАЭС и строящейся Загорской ГАЭС-2.
- Наличие отдельных верхних бассейнов существующей ГАЭС и строящейся ГАЭС-2.
- Наличие общего ОРУ с расширением существующего ОРУ-500 кВ.

Загорская ГАЭС-2 сооружается в непосредственной близости от находящейся в эксплуатации Загорской ГАЭС и будет иметь следующие основные водно-энергетические характеристики, которые представлены в **табл. 4**.

**Табл. 4**

Установленная мощность ГАЭС, МВт	не менее 840
Количество агрегатов, шт.	4
Уровни верхнего бассейна, примыкающего к бассейну ГАЭС-1, м	
нормальный НПУ	266,50
минимальный УМО	257,50
Уровни нижнего бассейна, общего с ГАЭС-1, м	
нормальный НПУ	162,50
минимальный УМО	153,50
Статические напоры (брутто), м	
максимальный	113,0
минимальный	95,0
Напоры нетто в турбинном режиме, м	
максимальный	110,0
расчетный	100,0
минимальный	92,0
Напоры нетто в насосном режиме, м	
максимальный	115,5
средний	105,0
минимальный	97,5
Продолжительность работы с полной мощностью, ч	
в генераторном режиме	3,5
в двигательном режиме	4,6

Подвод воды к агрегатам производится индивидуальными напорными водоводами диаметром 7,5 м и длиной около 900 м. На водоприемнике на входе в напорные водоводы устанавливаются индивидуальные аварийно-ремонтные затворы с гидроприводом.

Агрегаты Загорской ГАЭС-2 предназначены для работы в четырех режимах: турбинный, насосный и режим синхронного компенсатора с турбинным и насосным направлением вращения.

В соответствии с техническим заданием заказчика, в проекте «Обоснование инвестиций» в качестве основного варианта по конструкции и составу гидросилового оборудования были приняты насос-турбина и генератор-двигатель, аналогичные надежно работающему оборудованию Загорской ГАЭС. Однако, учитывая, что оборудование Загорской ГАЭС создавалось более 30 лет назад, оборудование для Загорской ГАЭС-2 должно быть разработано с улучшенными энергетическими и эксплуатационными характеристиками и по своим параметрам соответствовать мировому уровню гидроэнергетического машиностроения.

В проекте «Обоснование инвестиций» были рассмотрены варианты исполнения агрегата с синхронным и асинхронизированным генератором-двигателем (АСГД).

**Гидросиловое оборудование Загорской ГАЭС-2**

В основном гидросиловом оборудовании ГАЭС, которое включает в себя гидравлическую машину и электрическую машину, возможны различные варианты установки оборудо-

вания, в зависимости от выбранной на основании технико-экономического сравнения схемы соединения гидравлических и электрических машин.

В данном случае, в соответствии с рассматриваемой темой, нас более интересует использование асинхронизированного генератор-двигателя (АСГД). Необходимо отметить, что также возможны следующие варианты применения генераторов-двигателей:

- синхронного односкоростного генератор-двигателя;
- синхронного двухскоростного генератор-двигателя.

Для выбора варианта установки на ГАЭС генераторно-оборудования необходимы соответствующие проработки, анализ вариантов и их технико-экономическое сопоставление.

1. Вариант с установкой **односкоростного реверсивного генератор-двигателя** изучен достаточно полно. Известно, что они установлены на многих ГАЭС. В числе последних проектов, разработанных институтом «Гидропроект» с применением указанных машин, можно назвать Загорскую ГАЭС и Кайшадорскую (Круонисскую) ГАЭС в Литве.

В «Обосновании инвестиций 2006 года Загорской ГАЭС-2» рассматривался вариант с генератор-двигателем синхронного трехфазного вертикального типа, предназначенным для непосредственного соединения с насос-турбиной. Параметры и стоимость генератор-двигателя использовались на основании технических предложений ОАО «Электросила» и ООО «Русэлпромминжиниринг».

При условии принятия в проектах варианта синхронного односкоростного генератор-двигателя он должен был быть спроектирован с увеличенным диапазоном нагрузок по реактивной мощности и полностью покрывать потребности энергосистемы. Основные технические характеристики этого генератора-двигателя должны соответствовать рекомендациям МЭК и находиться на уровне аналогичных генераторов ведущих зарубежных фирм.

2. Применение **синхронных двухскоростных генератор-двигателей с переключением числа полюсов** менее распространено, по сравнению с синхронными односкоростными генератор-двигателями. Указанные машины дороже, чем односкоростные, для изменения скорости вращения путем переключения числа полюсов требуется остановка агрегата. Однако двухскоростные генератор-двигатели будут эксплуатироваться с большим КПД, иметь улучшенный диапазон генерации реактивной мощности в турбинном и насосном режимах, улучшенные возможности к удержанию КПД, близкому к максимальному в проектном диапазоне изменения напоров и нагрузок. В практике института «Гидропроект» рассматривалось использование двухскоростных генератор-двигателей в качестве варианта в проекте ГАЭС Тери (Индия). Данный тип

генератор-двигателя в «Обосновании инвестиций 2006 года Загорской ГАЭС-2» не рассматривался.

3. Применение для ГАЭС **гидроагрегатов с переменной частотой вращения (n = var)** находит все более широкое распространение в мире. Это связано с получением существенных преимуществ — как в аспекте эксплуатации самих агрегатов, так и в аспекте повышения устойчивости энергосистем:

- Увеличение средневзвешенного КПД и повышение эксплуатационной надежности или возможность изменения мощности при текущем значении напора — в насосном режиме.
- Увеличение средневзвешенного КПД и повышение эксплуатационной надежности или расширение диапазона регулирования по мощности — в турбинном режиме.
- Повышение средневзвешенного КПД полного цикла.
- Частичная загрузка в насосном режиме 60–100%.
- Быстродействующее регулирование частоты в энергосистеме (как в генераторном, так и двигательном режиме).
- Снижение вибрации и механического износа — можно выбрать при разном напоре и расходе воды частоту вращения без вибрации гидроагрегата.
- Высокий уровень динамической устойчивости.

В практике проектирования последних лет «Гидропроект» столкнулся с выбором использования синхронных и асинхронизированных генератор-двигателей в 2006 году, приступив к работе над обоснованием инвестиций в Загорскую ГАЭС-2, в которой, наряду с синхронными односкоростными генератор-двигателями, рассматривалась возможность применения асинхронизированных генератор-двигателей.

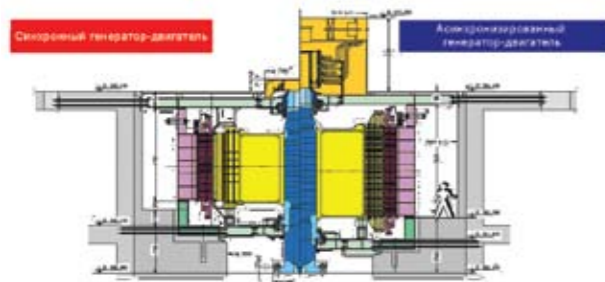
Начиная с конца 1980-х годов, указанные машины используются за рубежом, прежде всего и в основном в Японии, а в последние годы в Европе (**табл. 5**).

Не имея достаточной информации и опыта проектирования по генератор-двигателям, тем более по асинхронизированным, «Гидропроект» обратился к отечественным и зарубежным фирмам с просьбой предоставления кратких технико-коммерческих предложений по основному гидросиловому оборудованию для условий Загорской ГАЭС-2. К моменту выпуска «Обоснований инвестиций» предложения представили: «Электросила», «Русэлпромминжиниринг» (обе компании — синхронный генератор-двигатель); компания Va Tech Escher Wyss — в настоящее время ANDRITZ HYDRO GmbH (насос-турбина, односкоростной генератор-двигатель, асинхронизированный генератор-двигатель — АСГД). Фирма Va Tech Escher Wyss поставила насос-турбины и генератор-двигатели — два синхронных и два асинхронизированных — на ГАЭС Гольдисталь (Германия).

**Табл. 5.** Асинхронизированные генератор-двигатели на ГАЭС

ГАЭС	Дата пуска	Мощность в режиме двигателя, МВт	Мощность в режиме генератора, МВт	Скорость вращения, об/мин	Изготовитель
Ягасава-2	1990	53–82	85	130–156	Toshiba
Таками-2	1993	54–140	140	200–254	Mitsubishi
Окавачи-2	1993	331–397	385	330–390	Hitachi
Шибобара-3	1995	200–380	360	356–394	Toshiba
Окавачи-4	1995	240–400	385	330–390	—
Ягасава-3	1996	53–82	85	130–156	Toshiba
Оукиотсу	1998	230–340	345	408–450	Toshiba
Голдисталь	2003	300–351,6	285	280,7–346	VA Tech
Казуногава	2005	—	500	500 синхр.	—
Омаругава	2005	230–330	340	578–624	Mitsubishi

Ниже представлен поперечный разрез синхронного генератор-двигателя (с левой стороны) и соответствующей асинхронизированной машины с такой же мощностью и скоростью (с правой стороны), ГАЭС «Гольдисталь».



	Вес асинхронизированного генератор-двигателя	Вес синхронного генератор-двигателя
Статор	290 т	270 т
Ротор	480 т	420 т
Дополнительные части	80 т	70 т
Общий вес	850 т	760 т

Применение АСГД для Загорской ГАЭС-2 позволяет гидроагрегату работать с переменной частотой вращения в зависимости от действующего напора, что обеспечивает, в свою очередь, ряд его преимуществ по сравнению с СГД, указанными выше.

Из предварительного анализа возможного повышения эффективности насос-турбины в условиях Загорской ГАЭС-2 при  $n = var$  следует, что повышение КПД, по данным ОАО «ЛМЗ», может составить ~ 1-1,5% в насосном режиме и до 3-5% в турбинном режиме (при этом повышение КПД в турбинном режиме происходит в основном при работе агрегата с частичными нагрузками). Для детального анализа возможностей такого гидроагрегата необходимо провести оптимизационные расчеты по всему циклу ГАЭС с учетом требований энергосистемы.

Однако при указанных преимуществах, как показали проектные проработки, установка АСГД требует больших, по сравнению с СГД, капиталовложений за счет значительной стоимости АСГД и системы возбуждения, а также некоторого увеличения объема строительных работ.

Здесь необходимо отметить, что в настоящее время институт «Гидропроект» смог подсчитать лишь предварительный экономический эффект от работы гидроагрегата в зонах более высоких КПД. Достоверно оценить в рамках проекта «Обоснования инвестиций» экономическую эффективность АСГД не представлялось возможным по ряду причин. Известно, что увеличение стоимости строительства должно окупаться дополнительными доходами. Энергоэкономическими расчетами было определено, что в результате перехода на АСГД и при достижении вышеуказанных уровней КПД оборудования общий выигрыш может составить порядка 12-13 млн кВт·ч в год. При сегодняшней конъюнктуре цен на энергетическом рынке он недостаточен для экономического обоснования АСГД.

Важнейшими преимуществами АСГД применительно к ГАЭС являются возможность регулирования мощности насоса и турбины, большее участие в балансе реактивных мощностей и т. д. При реформировании оптового энергетического рынка предполагалось, что в запущенной в 2006 году новой модели рынка НОРЭМ будут в полной мере учитываться маневренные возможности того или иного вида генерации. Введенный в действие сектор системных услуг в составе НОРЭМ

должен был функционировать на платной основе, причем пакет системных услуг должен был включать участие станции в первичном и вторичном регулировании частоты и активной мощности, регулировании напряжения и реактивной мощности, послеаварийном регулировании и др. Однако механизм и нормативы оплаты системных услуг до сих пор не разработаны, т. е. роль ГАЭС как общесистемных регуляторов оптового рынка остается недооцененной. Возможность стимулирования ГАЭС из тарифа системного оператора пока только обсуждается.

В этих условиях показать экономическую эффективность применения АСГД на Загорской ГАЭС-2 было весьма затруднительно. Исходя из очевидной необходимости минимизации стоимости проекта для обеспечения приемлемых показателей коммерческой эффективности, рассматривался только вариант использования традиционного оборудования.

Вопрос о возможности применения обратимых гидроагрегатов с переменной скоростью вращения обсуждался на заседаниях научно-технических советов ОАО «РАО ЕЭС» и «ГидроОГК» (ныне ОАО «РусГидро»). Последним заседанием бюро НТС ОАО «ГидроОГК» и секции «Гидроэлектростанции, гидротехнические сооружения и экология в гидроэнергетике» НТС ОАО «РАО ЕЭС» по рассмотрению «Обоснования инвестиций в строительство Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье» рекомендован к установке на Загорской ГАЭС-2 синхронный генератор-двигатель мощностью 223/250 МВт с учетом модернизации. При принятии решения немаловажную роль имел срок ввода первых двух агрегатов в 2010 году.

Вышеуказанное не преуменьшает преимуществ АСГД перед синхронным генератор-двигателем, которые очевидны, а лишь подчеркивает необходимость оценки всех возможностей агрегата с переменной частотой вращения для выявления целесообразности его установки. В этих целях необходима разработка ряда документов, позволяющих эффективно решить внедрение высокоэффективного и высокоманевренного оборудования на базе обратимых агрегатов с переменной скоростью вращения:

- методики по выбору основного гидросилового и электромеханического оборудования ГАЭС;
- эталона технических требований на поставку основного гидросилового и электромеханического оборудования ГАЭС;
- критериев оценки системных услуг;
- методики обоснования эффективности использования АСГД.

**О перспективах использования асинхронизированных гидрогенераторов на гидроэнергетических объектах России**

В 2007 году ОАО «Инженерный центр ЕЭС» в лице его филиалов «Институт Гидропроект» и «Институт Ленгидропроект» с участием ОАО «Энергосетьпроект» закончили разработку Программы развития гидроэнергетики России на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года. В программе предлагался широкий перечень ГАЭС, возможных к строительству в энергосистемах европейской части РФ в обозримой перспективе.

При разработке генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики на период до 2020 года предлагаемые сроки ввода ГАЭС на новых площадках были скорректированы (табл. 6).

До 2015 года планируется ввести мощности на Загорской ГАЭС-2 и на Зеленчукской ГЭС-ГАЭС и первые два агрегата. До 2020 года планируются вводы Ленинградской ГАЭС

Табл. 6. Основные характеристики перспективных ГАЭС

п/п	Наименование ГАЭС	Местоположение	Установленная турбинная/насосная мощность, МВт	Расчетный напор, м	Проектная подготовленность
ОЭС Северо-Запада					
1	Ленинградская	Ленинградская область, р. Шалша	1560/1760 (390/440 — 1 очередь)	96,5	Проект, 1987 г. Начало строительство объектов подготовительного периода. Стройка законсервирована
2	Карельская	Республика Карелия, оз. Пяозеро	3170/3500 (760/840 — 1 очередь)	100	ТЭО, 1992 г.
ОЭС Центр — Средней Волги					
3	Загорская ГАЭС-2	Московская область, р. Кунья	840/1000	100	Разрабатывается ТЭО (проект) и рабочая документация
4	Курская	Курская область (район Курской АЭС), р. Сейм	465/510	80	Технико-коммерческое предложение, 2005 г.
5	Центральная (Ржевская)	Тверская область, р. Тудовка	3640/3820 (1300/1360 — 1 очередь)	100	Обосновывающие материалы, 1984 г.
6	Волоколамская	Московская область, р. Б. Сестра	660/857	80	Основные положения ТЭО, 1991 г.
7	Владимирская	Владимирская область, р. Клязьма	800/880	102	Обоснование инвестиций, 2004 г.
8	Средневолжская	Чувашская Республика, р. Волга	2536/2770	104,5	ТЭО, 1991 г. (первый этап — выбор площадки)
ОЭС Юга					
9	Лабинская	Краснодарский край, р. Лаба	600/630	200	Технико-коммерческое предложение, 2005 г.
10	Зеленчукская	Республика Карачаево-Черкессия, р. Б. М. Зеленчуки	140/150	232	Разрабатывается ТЭО (проект), первый этап — выбор варианта

(возобновлены проектные работы) и первоочередной ГАЭС в ОЭС Центра — Курской, Волоколамской, Владимирской. За 2020 годом планируется поочередное строительство Центральной ГАЭС.

Необходимо отметить, что использование АСГД не должно ограничиваться их установкой только на ГАЭС. Как показывают предварительные проработки, применение указанных гидрогенераторов может быть эффективно также на ГЭС, особенно на объектах с колебаниями напоров порядка 30-50%. К таким объектам можно отнести Рогунскую ГЭС в Таджикистане, по которой в настоящее время возобновлено строительство. Использование АСГД может быть эффективно также на реконструируемых ГЭС, при соответствующем обосновании. Необходимо рассматривать каждый случай применения АСГД индивидуально, конкретно определяя целесообразность использования варианта оборудования.

Принимая во внимание программу строительства в России ГАЭС и ГЭС, а также преимущества обратимых агрегатов с переменной скоростью вращения, имеется необходимость в освоении их производства на отечественных предприятиях. Для этого необходимо формирование программных задач и программы создания высокоэффективного отечественного гидросилового оборудования для ГАЭС и ГЭС с привлечением профильных институтов и предприятий-изготовителей.

**Выводы**

1. Применение на ГАЭС, как показывает зарубежный опыт, обратимых гидроагрегатов с переменной скоростью вращения имеет ряд преимуществ по сравнению с односкоростными обратимыми гидроагрегатами в части повышения эффективности аккумулирования энергии и выполнения задач системного регулирования.

2. Для возможности использования в проектах ГАЭС обратимых гидроагрегатов с переменной скоростью вращения в первую очередь необходимо решить вопрос принципиальной целесообразности установки указанных машин. В этих целях необходимо иметь:

- а) методику по выбору гидросилового и электромеханического оборудования;
- б) принципы:

- по выбору основных параметров ГАЭС: емкости бассейнов, установленной мощности;
- оценки экономической эффективности сооружений ГАЭС с учетом системных требований к ГАЭС по ее участию в регулировании частоты, активной и реактивной мощности в турбинном и насосном режимах, а также поглощения ночных избытков мощности в энергосистеме.

3. Проект энергетического объекта, разработанный на любой стадии, должен иметь экономическое обоснование его эффективности для инвестора. Применительно к ГАЭС в настоящее время это выполнить затруднительно, поскольку большинство услуг, оказываемых этой станцией энергосистеме, до сих пор не имеют экономической оценки (регулирование реактивной мощности, напряжения и частоты тока, системное резервирование мощности и др.). Оплачиваемая услуга — регулирование активной мощности в системе из-за фактического отсутствия двухставочного тарифа (провал и пик потребления) — имеет незначительную разницу в стоимости выдаваемой и потребляемой энергии, которая не покрывает всех затрат на функционирование станции.

По этой причине громадная энергетическая система европейской части страны, отличающаяся значительной неравномерностью суточного потребления энергии и мощности, практически не имеет наиболее эффективных системных регуляторов — ГАЭС. Есть надежда, что с введением рынка системных услуг ситуация нормализуется.

4. Использование асинхронизированных генераторов с регулированием частоты вращения на ГАЭС и ГЭС, работающих с переменными напорами, чрезвычайно эффективно позволяет повысить энергоотдачу оборудования, более эффективно использовать энергетические ресурсы водотока.

Предвидя широкое использование этого оборудования на новых и реконструируемых ГАЭС и ГЭС, необходимо освоить его производство на отечественных предприятиях. И очень желательно применить это оборудование на предполагаемых к вводу ГЭС и ГАЭС. В этих целях необходимо изыскать ресурсы для выполнения необходимых проектных, опытно-конструкторских и модельных работ, предшествующих началу изготовления оборудования.

# ЭТАПЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

**Пеклер К. В.,**

зам. главного конструктора гидротурбин по проектно-конструкторским работам, зам. начальника СКБ «Гидротурбомаш» ОАО «Силловые машины»

Большинство гидроэлектростанций европейской части России были построены в 1950–1970 годах и к настоящему времени либо исчерпали назначенный ресурс основного гидромеханического оборудования, либо подошли к этому рубежу.

Крупнейшая в Европе Волжская ГЭС в период с 1957 по 1961 гг. была оснащена 22-мя поворотно-лопастными гидротурбинами производства Ленинградского металлического завода (ЛМЗ) с диаметром рабочего колеса 9,3 м, мощностью 108,5 МВт при расчетном напоре 20 м. На Жигулевской ГЭС с 1954 по 1957 гг. были смонтированы и сданы в эксплуатацию 20 таких же гидротурбин.

Эти гидротурбины хорошо показали себя в работе и подтвердили все заявленные показатели. Однако с учетом 30-летнего проектного срока их службы и по заданию Министерства энергетического машиностроения в 1980-х годах ЛМЗ приступил к работам по модернизации гидротурбинного оборудования указанных ГЭС. Проект был разработан в 1991 году, и главными требованиями, предъявляемыми к модернизации гидротурбинного оборудования Волжской и Жигулевской ГЭС, были:

- повышение максимального значения КПД гидротурбины до 94%;
- повышение мощности при расчетном напоре до 120 МВт и максимальной мощности при максимальном напоре до 126 МВт;
- рабочее колесо должно быть экологически чистым, т. е. необходимо исключить возможность попадания масла в реку;
- повышение безопасности эксплуатации путем применения золотника аварийного закрытия направляющего аппарата;
- срок службы гидротурбинного оборудования должен составлять не менее 40 лет.

При определении объема реконструкции был выполнен прочностной анализ, расчет ресурса, визуальный осмотр и неразрушающий контроль основных деталей и узлов действующих гидротурбин. В результате было определено, что ряд узлов действующих гидротурбин, таких как статор турбины, вал, корпус и крышка рабочего колеса, лопатки направляющего аппарата, — может быть оставлен на второй срок службы. При этом все детали, за исключением статора турбины, подлежали модернизации в заводских условиях, поэтому для первых двух агрегатов каждой ГЭС были изготовлены по два подменных комплекта этих узлов для сокращения срока ремонта агрегатов.

Была разработана новая лопастная система рабочего колеса, обеспечивающая требуемый уровень КПД и мощности гидротурбины. Для обеспечения экологических требований в механизме поворота лопастей рабочего колеса для опорных подшипников скольжения был применен материал бронзофторопласт, который в сочетании с контртелами из нержавеющей стали может работать в воздушной или водной среде при полном отсутствии масляной смазки. В дальнейшем бронзофторопласт, не подтвердивший свою надежность

и долговечность при работе в тяжелонагруженных опорных узлах рабочих колес, был заменен на более надежный и современный полимерный композиционный углестеклоэпоксидный материал марки УСЭК.

Остальное оборудование — камера рабочего колеса, направляющий аппарат (за исключением лопаток), механизм поворота лопастей рабочего колеса, направляющий подшипник на водяной смазке, маслоприемник — изготавливалось заново.

Одновременно с гидротурбинами коренной замене подверглась вся система их автоматического управления.

Переоснащение Волжской и Жигулевской ГЭС по проекту «первой модернизации» продолжалось с 1995 по 2007 гг. Всего было изготовлено пять гидроагрегатов для Волжской ГЭС и четыре для Жигулевской ГЭС.

В 2004 году, по техническому заданию руководства нового холдинга ОАО «ГидроОГК» (в настоящее время — ОАО «РусГидро»), в который вошли Волжская и Жигулевская ГЭС, был разработан проект «второй модернизации», предполагающей решение следующих основных задач:

- максимально возможное повышение эффективности и мощности гидротурбин;
- обеспечение надежной работы оборудования на следующий проектный срок службы;
- обеспечение безопасности оборудования для окружающей среды;
- применение современных средств управления агрегатами, обеспечивающих повышение эффективности эксплуатации.

Для решения поставленных задач специалисты ЛМЗ предложили применить новую лопастную систему рабочего колеса с увеличением КПД на 1,5% и увеличением установленной мощности до 16%.

Сравнительная характеристика основных параметров гидротурбин Волжской и Жигулевской ГЭС по первой и второй модернизации представлена в таблице.

Основными конструктивными отличиями проекта «второй модернизации» от проекта «первой модернизации» можно назвать следующие:

1. Камера рабочего колеса изготовлена из штампованной листовой нержавеющей стали с механической обработкой — вместо штампованной из биметаллического листа без механообработки.
2. Рабочее колесо имеет пять лопастей вместо шести. Диаметр сферы корпуса рабочего колеса 4160 мм вместо 4650 мм.
3. Направляющий аппарат приводится в действие четырьмя прямоосными сервомоторами Ø350, установленными на верхнем кольце направляющего аппарата, — вместо двух сервомоторов Ø800, установленных в нишах шахты турбины. Открытие направляющего аппарата увеличено с 700 до 767 мм.
4. В системе регулирования применено давление 6,3 МПа вместо 2,5 МПа.
5. Разработана гидромеханическая часть регулятора без применения рычажных и тросовых передач.



6. Установлено центробежное противоразгонное устройство.

7. Применена система автоматического управления гидроагрегатами микропроцессорной техники.

В настоящий момент по проекту «второй модернизации» изготовлено три гидроагрегата для Волжской ГЭС и два для Жигулевской ГЭС. В 2010 году техническое перевооружение обеих ГЭС будет продолжено. ОАО «РусГидро» запланировало модернизацию еще четырех гидротурбин и САУ к ним на Волжскую ГЭС и девяти гидротурбинных установок для Жигулевской ГЭС.

Также крупной гидроэлектростанцией на Волге является Саратовская ГЭС, имеющая 21 вертикальную поворотно-лопастную гидротурбину мощностью 59,3 МВт, с диаметром рабочего колеса 10,3 м, при расчетном напоре 9,7 м. Первоначально проект был разработан Харьковским турбинным заводом, который в конце 1950-х годов изготовил для Саратовской ГЭС восемь гидротурбин. Остальные гидротурбины в 1960-х годах изготовил по переработанному проекту Ленинградский металлический завод, который также спроекти-

ровал и поставил системы регулирования для всех гидротурбин.

Кроме 21 вертикальной гидротурбины, на Саратовской ГЭС в 1969–1970 гг. были установлены две опытные горизонтальные капсульные гидротурбины мощностью по 47,3 МВт с диаметром рабочего колеса 7,5 м, спроектированные и поставленные ЛМЗ. Эти гидротурбины несколько десятилетий оставались самыми крупными и мощными капсульными гидротурбинами в мире и явились прототипом поставленных ЛМЗ гидротурбин для ряда зарубежных гидроэлектростанций, таких как «Дженпег» (Канада), «Джердап — Железные Ворота — 2» (Югославия — Румыния) и «Аль-Баас» (Сирия).

Международный конкурс на замену этих двух капсульных гидроагрегатов Саратовской ГЭС с повышением установленной мощности в 2006 году выиграло ОАО «Силловые машины». В проекте разработана новая лопастная система рабочего колеса, обеспечивающая увеличение КПД и мощности гидротурбины до 55 МВт. В опорном подшипнике гидротурбины применены сегменты с эластичным металлофторопластовым покрытием, обеспечивающим, в отличие от ранее применявшихся сегментов с баббитовым покрытием, возможность вращения ротора агрегата на пониженных оборотах. Гидромеханическая часть регулятора выполнена без применения рычажных и тросовых передач. Давление в системе регулирования увеличено до 6,3 МПа, что позволило отказаться от объединенной МНУ большого объема (30 м³). В настоящее время оборудование для гидроагрегата станционного № 23 уже отгружено на ГЭС, а для агрегата № 22 находится в производстве.

В текущем году прошел первый этап объявленного ОАО «РусГидро» конкурса на замену гидротурбинного оборудования с повышением установленной мощности до 68 МВт вертикальной гидротурбины ст. № 8 Саратовской ГЭС. Одновременно заменяется система автоматического управления гидроагрегатом на современный аналог с использованием микропроцессорной техники. ОАО «Силловые машины» разрабатывает систему мониторинга и вибродиагностики гидроагрегата.

Завершение работ по перевооружению трех крупнейших гидроэлектростанций волжского каскада даст возможность значительно увеличить их установленную мощность, повысить безопасность при эксплуатации и улучшить экологию окружающей среды, а также поднять надежность и маневренность всей энергосистемы европейской части России.

Параметры	«Первая модернизация», 1995 г.	«Вторая модернизация», 2007 г.
Диаметр рабочего колеса D1, м	9,3	9,3
Диаметр цилиндра/сферы корпуса рабочего колеса, м	0,45/0,5 × D1	0,4/0,45 × D1
Число лопастей	6	5
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	68,2	68,2
Напоры, м		
• максимальный	27,0 (Волжская ГЭС) 25,5 (Жигулевская ГЭС)	27,0 (Волжская ГЭС) 30,0 (Жигулевская ГЭС)
• расчетный	21,5 (Волжская ГЭС) 21,0 (Жигулевская ГЭС)	20,0
• минимальный	14,0	14,0
Мощность максимальная, МВт		
• при H макс.	126	145
• при H расч.	123	125,5
• при H мин.	75	75
КПД гидротурбины, %		
• максимальный	93,5	93,9
• средневзвешенный	92,3	93,1



# ПОДПЯТНИК ГИДРОАГРЕГАТА КАК ЭЛЕМЕНТ БЕЗОПАСНОСТИ ГЭС



**Курбесов М. А.,**  
инженер, главный эксперт Дирекции структурного управления ДЗО (ВЗО) ОАО «ИНТЕР РАО ЕЭС»

Авария на Саяно-Шушенской ГЭС остро поставила вопрос о состоянии надежности основного гидросилового оборудования для всех ГЭС страны. Нет сомнения, что глубина трагедии потребует заново пересмотреть и уточнить те принципы и критерии, которыми пользовались разработчики ранее. Возможно, в энергетике потребуются установить новые правила и требования к создаваемой технике.

Однако, изучая материалы по аварии, опубликованные в средствах массовой информации, а также на основании собственного опыта, автор пришел к выводу о необходимости изложить свой взгляд на причины аварии. Возможно, это побудит специалистов по-другому посмотреть на некоторые сложившиеся положения, определиться с приоритетами. Может быть, эта публикация станет началом серьезной дискуссии как на страницах журнала, так и в ведомствах и на самих ГЭС.

Для меня сам факт аварии не был неожиданным, также как ясны и реальные возможности повторения подобной аварии на любой ГЭС страны — в любой ближайший день. Гидроагрегат — сложный механизм, рассмотрю лишь тот элемент гидроагрегата, с работой которого связываю причины аварии, а именно «подпятник», т. к. считаю, что произошедшее на Саяно-Шушенской ГЭС — прямое следствие работы подпятника.

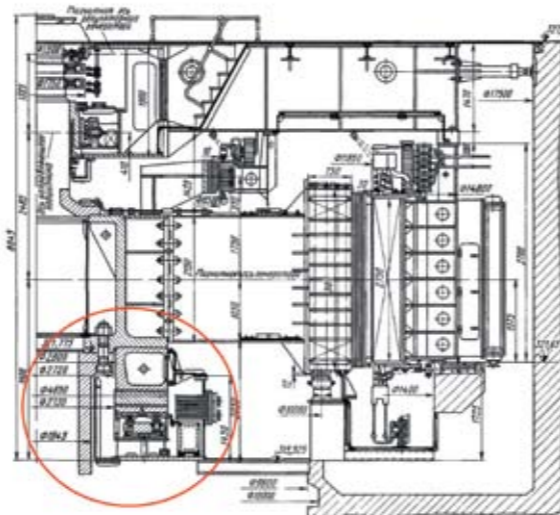
В работе гидроагрегата подпятник играет ключевую роль. От того, как спроектирован и построен подпятник, будет зависеть работа всего гидроагрегата в целом. Подпятник — это плоский опорный горизонтальный подшипник, расположенный в кольцевой негерметичной маслованне, уровень масла в которой выше, чем уровень отметки соприкосновения вращающегося зеркального диска подпятника («зеркало») с неподвижными опорными сегментами подпятника. Подпятник обеспечивает работоспособность агрегата при опирании на него веса всего ротора и при воздействии всех дополнительных сил, действующих на гидроагрегат, отсюда его уникальность. В число дополнительных сил входят гидравлические, механические, электрические, — как правило, они действуют на гидроагрегат совместно.

До 70-х годов прошлого века в Советском Союзе все подпятники построенных либо строившихся ГЭС были оснаще-

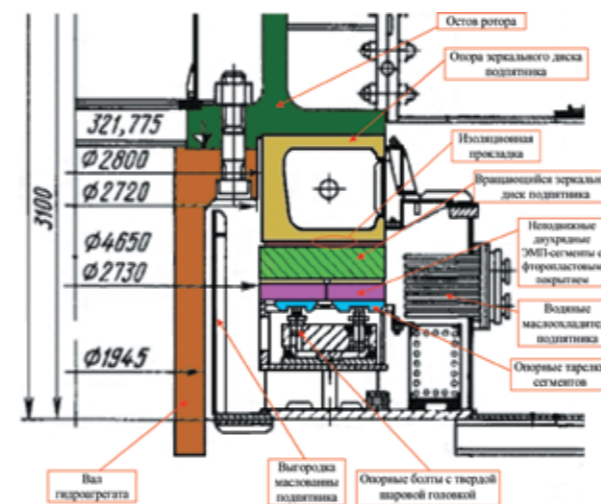
ны баббитовыми сегментами, довольно редко вместо баббита использовалась мягкая бронза.

В то время практически на всех ГЭС именно работа подпятника чаще всего вызывала основные затруднения персонала. Существовали большие сложности и в эксплуатации, и в ремонте данного узла. Проявлялись высокие требования к качеству масла, которое находилось в маслованне подпятника, надежности его охлаждения, а также к системе очистки масла.

Толщина пленки масляного клина составляет около 0,2 мм; и чем выше температура масла, тем оно более текучее, а значит — менее надежное. Однако пленку обозначенной толщины нарушить нелегко, поскольку масло «несжимаемо». Одна из опасностей — попадание воды в масло. Даже мельчайшие капли могут нарушить клин масла: попадая в пленку, они от высокого давления в пленке испаряются, а на этом месте образуется участок, заполненный паром,



**Рис. 1. Разрез по гидрогенератору Саяно-Шушенской ГЭС (красным выделен узел подпятника)**



**Рис. 2. Узел подпятника (рис. 1), увеличен**

который сжимаем. Из-за разрыва сплошной поверхности пленки вращающееся «зеркало» подпятника касается неподвижного баббитового сегмента всухую, вследствие чего происходит практически мгновенный разогрев баббита до плавления, термосигнализация срабатывает и останавливает агрегат автоматически, без участия человека. К аналогичному результату может привести загрязненность масла посторонними мелкими частицами и грязью.

Особый предмет постоянной заботы персонала ГЭС — шабровка (специальная обработка поверхности) баббитовых сегментов. Производится она вручную, желательнее одним человеком, одними руками. Качество шабровки постоянно проверяется по мерной линейке. Слой баббита должен быть одинаковым на всех сегментах, но не полированным. Не должно быть бугров и ям, поверхность сегмента должна быть очень ровной. С учетом большой площади баббитовой поверхности всех сегментов, а число их может быть 8–12 штук в одном подпятнике, эта работа занимала длительное время и требовала больших усилий со стороны шабровщика. Далеко не каждому могли доверить окончательную шабровку сегментов. Однако высокое качество шабровки не гарантирует устойчивой работы гидрогенератора, если ремонт других узлов агрегата был сделан беззастенчиво.

В совокупности только совместные профессиональные действия всего персонала могли, при условии тщательного контроля за ремонтными работами, гарантировать бесперебойную и надежную работу всего оборудования. В иных условиях подпятники постоянно «горели», причем причины «подплавления» сегментов могли быть совершенно разные, одна из них — повышенная вибрация. Генерирующее оборудование простаивало в аварийных ремонтах, ГЭС недопроизводила электроэнергию — со всеми вытекающими отсюда последствиями, в том числе организационными.

Устойчивую работу подпятника с баббитовыми сегментами можно считать интегральным показателем хорошо отлаженного гидроагрегата. В 60-х годах XX века в качестве поверхности трения было предложено использовать вместо баббита фторопласт. Внедрению предшествовали многочисленные расчеты, исследования, испытания.

Результат экспериментального использования сегментов был ошеломляюще положительным, его можно считать настоящим инновационным прорывом. Это был тот редкий



**Рис. 3. Примерный общий вид опорного стола подпятника гидроагрегата с ЭМП-сегментами**

случай, когда изделие обрадовало всех. ГЭС выстроились в очередь на замену своих баббитовых сегментов фторопластовыми. Более того, наша страна была одной из первых, перешедших на использование данных изделий. В современной терминологии они называются ЭМП-сегменты: эластичные металло-пластмассовые сегменты. По зарубежной классификации — PTFE (PolyTetraFluorideEthylene) Thrust Bearing.

Установленные за рубежом сегменты с PTFE покрытием используются в основном для небольших и малых ГЭС. Для крупных ГЭС и гидроагрегатов с большой единичной мощностью по-прежнему используются подпятники только с баббитовыми или бронзовыми сегментами.

**Преимущества ЭМП-сегментов:**

1. Имеется готовая технология изготовления.
2. Более низкий, чем у баббита, коэффициент трения.
3. Снижение общей температуры масла в маслованне подпятника, а также снижение температуры в «горячей» зоне масляного клина, что улучшало работу гидроагрегата, особенно в летнее время.
4. Фторопласт не плавится, как баббит, а стесывается мелкими «перышками», т. е. практически не нагревается.
5. Снижение требований к маслу: вода и загрязнения уже не столь опасны.
6. Гарантия завода-изготовителя на длительную эксплуатацию сегментов.
7. Отпала необходимость в шабровке сегментов. При определенных параметрах сегменты «сами подрабатываются» под условия работы.
8. Снизились требования к состоянию зеркальной поверхности вращающегося диска подпятника «зеркало».

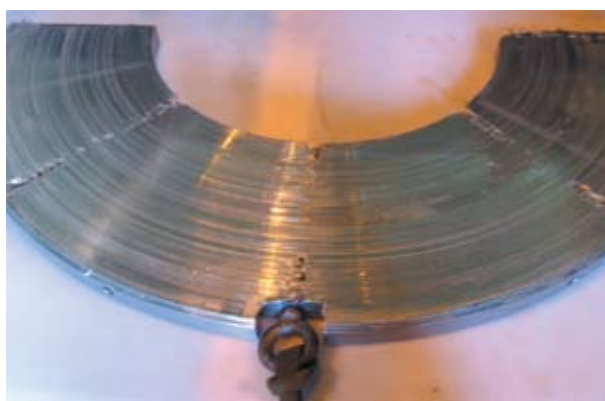
Однако обработка материалов температурных испытаний подпятников вызвала серьезные сомнения в «идеальности» практики применения ЭМП-сегментов. Так, низкая теплопроводность фторопласта — не просто низкая, а очень низкая — привела к тому, что штатная термосигнализация сегментов, находящаяся внутри металлического тела сегмента, как бы отошла на «второй план», перешла в разряд статистики. «Стесывание» фторопласта — вместо плавления — затрудняет контроль износа подпятника. Высокая устойчивость и надежность при работе, вода и грязь в масле, высокие вибрации, даже недостатки при производстве ремонтов перестали быть чем-то пугающим. Таким образом, снизились тре-



**Рис. 4. Пружинный подпятник с баббитовыми сегментами с принудительной смазкой**

бования к условиям эксплуатации, соблюдению технических регламентов, квалификации обслуживающего персонала. Но, главное, подпятник потерял способность быть «плавким предохранителем» от возможных крупных катастроф. Иными словами, если раньше «где тоньше, там и рвалось», причем в распознаваемом месте, то теперь этого места не стало, и проблема может возникнуть непредсказуемо.

На настоящий момент автору известны три аварии различного масштаба на ГЭС, оснащенных ЭМП-сегментами. Первая авария случилась на гидроагрегате каскада Серебрянских ГЭС на Кольском полуострове. Из-за того, что была неплотно прикрыта задвижка слива — налива масла в масло-ванну подпятника, масло стало постепенно уходить, при этом агрегат нес номинальную нагрузку. Уровень масла в масло-ванне стал постепенно снижаться. Непонятно, почему не сработал датчик уровня, но никаких сигналов и действий защит не последовало, масло уходило. Вращающееся «зеркало» постепенно срабатывало фторопласт сегментов вслед за уходящим маслом, при этом роста температуры не было, либо он был незначительным. И только когда «зеркало», полностью сработав фторопласт, дошло до стального основания сегментов, в которых располагалась штатная термосигнализация, произошел заброс температуры, трение стало по стали происходило посуху, сработала термосигнализация, и агрегат был аварийно остановлен автоматикой. Помимо полной замены всего комплекта ЭМП-сегментов на новые пришлось снимать «зеркало» подпятника с вала и отправлять его на завод, чтобы, сняв 20 мм толщины «зеркала», убрать трещины, образовавшиеся вследствие того, что поверхность «зеркала»



**Рис. 5. Пример типичного подплавившегося кольцевого баббитового подпятника**

моментально раскалилась от трения. В итоге — длительный аварийный простой, недопроизводство электроэнергии.

Вторая авария произошла на Усть-Илимской ГЭС. Во время проведения обычных ремонтных работ на одном из агрегатов ремонтниками была допущена незначительная ошибка в точности установки изоляционной клиновой прокладки между диском «зеркала» и опорой. (Клиновая прокладка устанавливается для того, чтобы достичь перпендикулярности между осью вала и «зеркалом», изоляционная — для того, чтобы разорвать контур наводящихся электрических полей.) Ошиблись с «тяжелой» точкой клина приблизительно на 30°. Провели после сборки необходимые испытания, все прошло без сбоев, сдали агрегат в эксплуатацию, он успешно эксплуатировался достаточно долгое время; немного вибрировал, но этого уже не боялись. Неожиданно произошла авария: на полной нагрузке агрегат «провалился». При вскрытии выяснилось: из-за того, что неправильно стоял клин изоляционной прокладки, появились силы, которые при вращении с каждым оборотом приводили к выносу этой прокладки. Так как изоляционная прокладка была изготовлена из стеклотекстолита и рассчитана только на сжатие, то динамика процессов сжатие — растяжение и масло постепенно выкрашивали эту прокладку, причем амплитуда вибрации росла с увеличением выноса прокладки. Вибрация выросла до таких пределов, что не выдержали и лопнули опорные «тарелки» под сегментами подпятника, и агрегат провалился вниз на величину этих «тарелок» — при работе в сети. Надо сказать, что упругие тарельчатые опоры («тарелки») весьма надежный элемент конструкции подпятника. Они рассчитаны на принятие таких возможных воздействий, как вертикальная вибрация. Поэтому возник вопрос: каких амплитуд достигала вибрация, если «тарелки» развалились? При этом ЭМП-сегменты не пострадали, что подтвердило в целом их высокое качество и профессиональное исполнение завода-изготовителя.

Последняя авария — самая крупная и жестокая — на Саяно-Шушенской ГЭС. Основным фактором, приведшим к аварии, называлась вибрация. Вибрация — непрерывный спутник работающего механизма. Почему так? К примеру, все дело может быть в несоосностях. Например, на отечественных токарных (и не только токарных) станках биение шпинделя достигает 0,02 мм. Очень редко, если биения составляют 0,015 мм, а станки с биением 0,01 мм и меньше относятся к классу высокоточных. Любому желающий может это проверить. Например, индикатором часового типа. Таким образом, изделия, вышедшие из-под резца, уже имеют несоосность. Чем более «разболтан» шпиндель, тем более высокую вибрацию будет иметь изготовленная деталь. Это огромная проблема, и не только станкостроения. Поэтому вибрация еще долго будет сопровождать работающие механизмы.

В гидроэнергетике допустимо, что уклон вала может достигать 0,02 мм на метр длины вала. Отсюда проблема выстояния зазоров в вертикальных направляющих подшипниках. Но, помимо инструментальных (механических) факторов вибрации, гидроагрегат еще вибрирует как от гидравлических причин, так и от электрических. Добавим к этому, что нередко возникают ошибки при производстве ремонтов, к примеру, различных типов небалансов, теплового расширения, которые можно отнести к механическим причинам вибрации; также имеют место причины, возникающие как следствие конструкторских просчетов.

Вибрация гидроагрегата от электрических факторов, как правило, определяется сразу, поскольку появляется после включения в сеть. Вибрация гидроагрегата из-за гидравлических факторов, наоборот, сложная, глубокая, противоречивая проблема и на сегодняшний день является одной из самых малоизученных предметов в гидравлике и гидроэнергетике.

Как инженеру мне приходилось неоднократно замерять вибрацию, вызывало удивление ее изменение от режима к режиму, особенно у разных типов рабочих колес, разных напоров, разных ГЭС.

Т. к. все ГЭС являются уникальными по своим характеристикам, то в турбиностроении были разработаны несколько типов рабочих колес, а именно активные и реактивные — в зависимости от напора и расхода ГЭС. Наиболее распространенными активными турбинами являются ковшевые турбины, которые работают на высоких напорах. К реактивным турбинам относят радиально-осевые, диагональные, поворотно-лопастные турбины с более низкими напорами, чем у активных турбин.

На Саяно-Шушенской ГЭС установлены радиально-осевые турбины. Характеристика КПД этого типа колес весьма неравномерна, их максимальный КПД находится в очень узком диапазоне. В этом же диапазоне, как показывает практика, и вибрации достаточно низкие, что наблюдалось у агрегатов Саяно-Шушенской ГЭС, где при работе с номинальной мощностью вибрация не превышала норму.

При работе турбины в диапазонах, отличных от оптимальных, наблюдается резкое увеличение пульсаций в проточном тракте гидротурбины. Это связывают, к примеру, с неоптимальным углом входа воды на лопасти рабочего колеса, которая, в свою очередь, порождает неоптимальное обтекание лопастей рабочего колеса, кроме того, наблюдаются сильные жгутовые явления под рабочим колесом. Создается впечатление, что поток под рабочим колесом не сформирован, все происходящее в проточном тракте турбины принимает хаотичное строение, вода словно «взрывается».

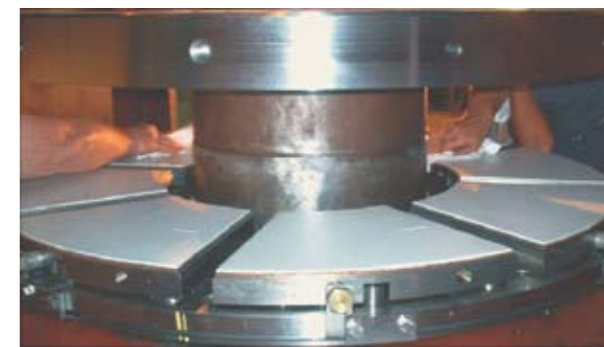
При эксплуатации ГЭС важно руководствоваться существующими нормативами по вибрации. Прежде всего завод-изготовитель турбины обязательно указывает среди других ее характеристик зоны ограничения, которых следует избегать при эксплуатации. К примеру, радиально-осевую турбину лучше эксплуатировать при максимальном КПД.

Помимо прочего, специалисты ГЭС имеют документы, где обозначены нормы вибрации, разработанные «Оргрэн». Но все они регламентированы как рекомендации. Т. е. агрегат можно эксплуатировать и с повышенной вибрацией, однако должно быть письменное разрешение на это главного инженера либо директора ГЭС. Вполне допустимо, что агрегаты Саяно-Шушенской ГЭС могли нести нагрузку в режимах, сопровождающихся высокими вибрациями. Но главный инженер ГЭС должен быть подробно осведомлен, какие процессы происходят при разных режимах на каждом агрегате.

Несмотря на то, что почти все ГЭС страны закупили виброизмерительное оборудование, ситуацию с улучшением вибрационного состояния гидроэнергетического оборудования это принципиально не изменяет, поскольку на ГЭС нет подготовленных специалистов, способных изменить вибрационное состояние по результатам вибрационных измерений. Для глубокого изучения динамического состояния оборудования и ГЭС в целом необходимо привлекать узких специалистов, занятых именно изучением вибрации оборудования и других характеристик, которые смогут точно показать персоналу ГЭС состояние установленного оборудования.

Почти уверен, что ЭМП-сегменты на втором гидроагрегате Саяно-Шушенской ГЭС не пострадали. Хотя если бы на их месте стояли баббитовые сегменты, то они «сгорели» бы от повышенной вибрации намного раньше, в итоге никто бы не пострадал, кроме самих сегментов, которые пришлось бы заново восстанавливать.

В заключение отметим, что на сегодняшний день гидроагрегаты всех ГЭС страны, оснащенные ЭМП-сегментами,



**Рис. 6. Подпятник гидроагрегата, оснащенный фторопластовыми ЭМП-сегментами**

чрезвычайно опасны. В связи с крупнейшей аварией встал вопрос: что надежнее, крепящие болты, крышки турбин, опоры подпятников, сами подпятники? Чтобы получить четкий и однозначный ответ, необходимо постоянно измерять, изучать усталостные напряжения во всех этих деталях и узлах. Очевидно, что основные системы безопасности, заложенные ранее в расчетах гидроагрегатов, практически перестали действовать. Пора осмыслить, что экономические выгоды замены баббита на фторопласт за счет увеличения безремонтного периода оказались не столь значительными, как предполагалось. Практика показала, что множественные мелкие аварии с участием баббитовых сегментов несопоставимы по своим последствиям с авариями, происходящими из-за утраты «бдительности» в случае использования «вечных» ЭМП-сегментов.

#### Выводы:

- Ввод ЭМП-сегментов на ГЭС вместо баббитовых кардинальным образом изменил картину безопасности использования основного гидросилового оборудования ГЭС — в отрицательную сторону. В настоящий момент практически все ГЭС страны находятся в положении Саяно-Шушенской ГЭС из-за установленных на них ЭМП-сегментов, кроме тех ГЭС, которые по-прежнему эксплуатируют агрегаты с баббитовыми сегментами подпятников.
- Рассматривая проблему с точки зрения безопасности устройства зданий и сооружений ГЭС, вероятно, имеет смысл существенно ограничить использование подпятников с ЭМП-сегментами. Разрешить их установку только на ГЭС с активными турбинами. Также разрешить установку подпятников с ЭМП-сегментами на ГЭС, оснащенных реактивными турбинами, числом гидроагрегатов, не превышающих двух единиц, напором до 120 м, диаметром водовода до 1,2 м.
- На остальных ГЭС необходимо отказаться от использования подпятников с ЭМП-сегментами, вернуться к использованию сегментов с баббитовыми покрытиями либо из мягкой бронзы. Только этим можно оградить персонал ГЭС от новых трагедий.
- Важно совершенствовать инструментальную базу, используемую при производстве оборудования и металлообработке изделий. Повышение точности станочного оборудования должно быть приоритетным направлением в станкостроении.
- Необходимо восстановить в полном объеме специализированные организации или создать новые, которые бы продолжали изучать вибрационные и прочие характеристики в интересах энергетики.

## ВОЗРОЖДЕНИЕ МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ



Фото 1. Ляскельская МГЭС

«Запасы углеводородов на планете заканчиваются. А энергии человечеству требуется все больше. Только в России к 2020 году спрос на электроэнергию, по некоторым прогнозам, увеличится на 70%. Как избежать дефицита энерго мощностей, особенно в условиях технологической отсталости отечественной промышленности? Надо развивать альтернативную энергетику» (журнал «Машины и Механизмы», № 12, 2009 г.).

К альтернативным, или возобновляемым источникам энергии относятся солнце, ветер, биомасса, морские приливы, реки. Остановимся подробнее на энергии малых рек.

Человечество стало использовать энергию воды раньше, чем ветровую. Археологи делают предположение, что за несколько веков до нашей эры в Китае и Индии были популярны водяные мельницы. В Древней Греции мельницы с водяными колесами появились в конце II века до н. э. Лето-

писные упоминания об аналогичных сооружениях в России относятся к XI веку. В 1913 году число действовавших в России ГЭС составляло 78 единиц общей мощностью 8,4 МВт, в 1941 году — 660 малых сельских ГЭС. После окончания Великой Отечественной войны их количество составляло 6,5 тысяч. Но в начале 1950-х в связи с началом перехода к строительству гигантских энергетических источников и присоединением небольших потребителей к централизованному электроснабжению данное направление утратило государственную поддержку. Это привело к практически полному разрушению и упадку существовавшей инфраструктуры. В 1962 году в СССР насчитывалось чуть более 2,5 тысяч МГЭС, в 1980-м — около 100 суммарной мощностью 25 МВт, в 1990 году их осталось всего 55.

Сегодня, когда стоимость сжигаемых для получения энергии продуктов неизбежно растет, а экология и безопасность снова играют первостепенную роль, восстановление малой энергетики является одним из приоритетных направлений развития энергетического комплекса.

Начало кампании по восстановлению малой гидроэнергетики в Республике Карелии началось с восстановления Ляскельской МГЭС силами ЗАО «Подводречстрой-1», которое является генеральным подрядчиком реконструкции объекта, в результате которой мощность ГЭС увеличится с 0,75 до 4,8 МВт.

Малая гидроэлектростанция Ляскеля — технологически сложный объект, при реконструкции которого специалистам ЗАО «Подводречстрой-1» пришлось сочетать опыт поколений с инновационными методиками и технологиями.

Эта гидроэлектростанция расположена на реке Янис-Йоки (в переводе с финского означает янис — заяц, йоки — река) и была построена финскими промышленниками еще в конце XIX века.



Фото 2. Строительство подводящего канала МГЭС

Последний ремонт здесь проводился более 40 лет назад, и было бы легче снести эти сооружения, пострадавшие от агрессивной среды целлюлозно-бумажного производства, чем вернуть им презентабельный вид. Но поскольку здание является памятником истории и архитектуры, охраняемым государством, и с учетом его культурно-исторической ценности, было принято решение сохранить здание МГЭС в первоначальном виде. Эта сложная, почти ювелирная работа с успехом удалась ЗАО «Подводречстрой-1».

Одним из этапов реконструкции объекта было перекрытие реки Янис-Йоки, на которой стоит ГЭС. Река является очень быстрой и глубокой, поэтому для осуществления этого этапа потребовался особый подход — сооружение ряжевого моста. Подобные конструкции много лет уже не возводятся, для осуществления такой задачи специалисты провели огромную аналитическую работу, спроектировали и успешно возвели на базе ряжевых конструкций временный мост.

Следуя условиям соглашения с республиканским правительством по привлечению кадрового состава Карелии к работе на объектах, находящихся на территории республики, ЗАО «Подводречстрой-1» приняло под свой патронаж около 60 человек. Вся работа этого персонала велась под четким руководством высшего инженерного и руководящего состава фирмы, что помогло избежать ошибок в работе и обучить профессионально грамотный и высокоорганизованный персонал, внеся вклад в социальную стабильность региона.

После завершения реконструкции ГЭС в поселке Ляскеля этот объект сможет обеспечить электроэнергией не только местное население, но и останется одним из популярных туристических достопримечательностей на юге Карелии.

Кроме того, в течение 2009 и первой половине 2010 годов силами ЗАО «Подводречстрой-1» проведена реконструкция Лужской и Шильской МГЭС, Машозерской и Лососинской плотин, завершены подготовительные работы к реконструкции Максютинской МГЭС (Псковская область).



Фото 3. Строительство водопропускной плотины с использованием ряжевого моста

КОЛЛЕКТИВ ЗАО «ПОДВОДРЕЧСТРОЙ-1»  
РАД ОБЪЯВИТЬ О СОСТОЯВШЕМСЯ  
РЕБРЕНДИНГЕ И ПРЕДСТАВИТЬ  
НОВЫЙ ЛОГОТИП!



подводречстрой-1

Новый логотип отражает весь производственный потенциал компании, многолетний опыт работ, произошедшие за последние несколько лет положительные изменения и динамику развития компании!

В своей работе мы по-прежнему руководствуемся четким следованием графику производства работ, а основным критерием нашей работы неизменно остается **качество**.

Кроме того, стоит отметить следующее:

- регулярно обновляется материально-техническая база компании;
- регулярно проводится обучение персонала;
- непрерывно увеличивается количество постоянных заказчиков, систематически расширяется список адресной программы, объектов, на которых специалисты компании ведут работы.

За последние годы мы участвовали в строительстве таких крупных объектов, как:

- Комплекс защитных сооружений от наводнений г. Санкт-Петербурга;
- реконструкция ряда объектов малой гидроэнергетики в Ленинградской, Псковской областях и Республике Карелии;
- выполняли различные подводно-технические работы по обследованию, реконструкции гидрообъектов на акватории р. Невы;
- вели работы на различных подводных переходах трубопроводов.

Новый бренд «Подводречстрой-1» олицетворяет компанию, ориентированную на клиента, непрерывно разрабатывающую инновационные технологии, продукты и услуги, которые отвечают всем потребностям наших заказчиков, указывает на связь ЗАО «Подводречстрой-1» со своими клиентами, партнерами, рынком и инновациями. С нами работать приятно и легко.

На сайте [www.epron.ru](http://www.epron.ru) также можно увидеть новый логотип ЗАО «Подводречстрой-1».

В настоящий момент происходит постепенное изменение логотипа на оборудовании и маркетинговых материалах. Этот переход займет около 6 месяцев.



подводречстрой-1

ЗАО «Подводречстрой-1»

199155 Санкт-Петербург, пер. Декабристов, 20  
info@epron.ru, www.epron.ru

Генеральный директор Тягло Тарас Иванович  
Приемная (812) 350-7823  
Отдел снабжения (812) 350-1114  
Отдел кадров (812) 350-7889

## ГК «ТЯЖМАШ»: НОВЕЙШАЯ ИСТОРИЯ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ



**Трифонов Д. С.,**  
генеральный директор  
ЗАО «Сызранский гидротурбинный завод»

В группу компаний «ТЯЖМАШ» на современном этапе входят более 30 предприятий, действующих в России и за рубежом. Среди них ОАО «ТЯЖМАШ», «Сызранский гидротурбинный завод», ЗАО «ТЕХПРОМ», компании ESGEM WW Corp (Колумбия, Панама, Сальвадор, Эквадор) и SKD Blansko (Чехия). Производственные площадки группы компаний изготавливают продукцию для гидро-, тепло- и атомных электростанций, горно-обогатительных комбинатов, цементных и химических заводов, космодромов и ракетных войск.

Основологающее предприятие группы компаний — открытое акционерное общество «ТЯЖМАШ» — основано в 1941 году. В настоящее время это одно из ведущих предприятий тяжелого и энергетического машиностроения. Объем портфеля заказов группы компаний вырос с 780 млн руб. в 2004 году до 9 млрд руб. на сегодняшний день. Это стало возможным во многом благодаря внедрению на предприятии рпм-решений. Запускаются новые программы модернизации оборудования, обучения кадров. Мощный интеллектуальный и производственно-технический потенциал завода позволяет создавать уникальное оборудование высокого класса.

В 2004 году после смены собственника предприятие возглавила новая команда профессионалов. Была поставлена цель: максимально сократить разрыв в уровне технического оснащения группы компаний «ТЯЖМАШ» и основных ее конкурентов.

В последние годы производство гидротурбинного оборудования уверенно развивается. Объем производства значительно вырос; значительную роль в этом сыграло сотрудничество с новыми российскими и зарубежными партнерами.

1 ноября 2008 года из ОАО «ТЯЖМАШ» выделилось дочернее предприятие ЗАО «ТЯЖМАШ-ГИДРО», впоследствии переименованное в закрытое акционерное общество «Сызранский гидротурбинный завод». Предприятие стало полноценным преемником гидротурбинного производства ОАО «ТЯЖМАШ», основанного в 1951 году.

С 2005 по 2010 годы было спроектировано и изготовлено гидротурбинное оборудование для ГЭС «Нива-3», Гельбахской (фото 1), Нижегородской, Зейской, Белореченской, Головной Зарамагской ГЭС, ГЭС Кашхатау. Впервые оборудование было изготовлено для зарубежных заказчиков. Две поворотные лопастные гидротурбины установлены на ГЭС

«Плейкронг» во Вьетнаме. Два радиально-осевых агрегата — на ГЭС «Корумба-3» в Бразилии.

Одним из факторов развития явилась восстанавливаемая отраслевая кооперация. Так, по заказу ОАО «Силловые машины» предприятие изготавливает оборудование для Загорской ГАЭС-2, Сангтудинской, Богучанской, Жигулевской, Волжской, Саратовской и других ГЭС. По совместному проекту с австрийской компанией Voith «Сызранский гидротурбинный завод» производит фундаментные части и узлы направляющего аппарата для Угличской ГЭС.

Идет активное освоение зарубежных рынков. В июне 2009 года был заключен контракт на поставку под ключ гидроэнергетического оборудования для ГЭС «Чапarrаль» в Латинской Америке (Сальвадор). В конце того же года был подписан контракт на поставку гидрооборудования для ГЭС «Нам-На 2» во Вьетнаме.

В настоящее время в активе гидротурбинного производства накоплен опыт изготовления гидротурбин любой сложности. Использование современных технических решений полностью обеспечивает соответствие выпускаемой продукции мировым требованиям и тенденциям развития энергетического комплекса.

На данный момент специалистами «ТЯЖМАШ» закончен монтаж первой модернизированной гидротурбины для Камской ГЭС. Рабочее колесо этого проекта выполнено в «экологически чистом» варианте. Его конструкция исключает возможность попадания масла в проточную часть турбины. Это обуславливается выполнением в «безмасляном» варианте самого рабочего колеса. В узлах трения механизма разворота лопастей применены полимерные вкладыши, которые не требуют смазки. Все детали рабочего колеса выполнены из коррозионно-стойких материалов. На внутреннюю часть корпуса наносится специальное напыление, защищающее его от коррозии.

У завода имеется достаточно богатый опыт по разработке, производству и пуско-наладке САУ гидротурбин. Работы в этом направлении проводятся совместно со специалистами Ульяновского конструкторского бюро приборостроения. В настоящее время эксплуатируются и находятся в пуско-наладке САУ для Гунибской, Гельбахской, Белореченской, Головной Зарамагской ГЭС, ГЭС Кашхатау и 23-го агрегата Волжской ГЭС.

Основные современные тенденции в проектировании САУ — это широкое применение микропроцессорной



**Фото 1.** Сборка пропеллерной гидротурбины для Гельбахской ГЭС (Дагестан). ПР40-В-300. Мощность  $N = 22,6$  МВт, Д.р.к. = 3,0 м. 2005–2006 гг.

техники и повышение рабочего давления в системе регулирования. Опыт, накопленный при разработке, производстве и пуско-наладке САУ с рабочим давлением от 2,5 до 6,3 МПа, позволил начать разработку САУ для ГЭС «Чапarrаль» в республике Сальвадор. Ее рабочее давление составит 12 МПа. Такая разработка автоматически ставит СГТЗ в один ряд с ведущими фирмами по выпуску систем управления. Применение в САУ комплектующих таких фирм, как Rexroth, Siemens и др., позволяет достичь высокого качества регулирования и надежности.

На СГТЗ успешно внедрены и являются стандартом предприятия система трехмерного моделирования CATIA и система управления данными о продукте Smarteam. Эффективно работает система создания интерактивных монтажных и эксплуатационных инструкций 3DVIA Composer. Совместное использование этих систем дает конструктору возможность автоматизированно формировать электронные составы изделия и сопроводительную конструкторскую документацию. Совместная работа конструкторско-технологических подразделений организовывается в рамках единого информационного пространства предприятия. Возможно ведение архива проектов изделий, поиск в нем необходимых объектов. Информация может быть доступна всем участвующим в разработке и производстве подразделениям.

### Технические возможности

Технологические возможности группы компаний «ТЯЖМАШ» позволяют организовать замкнутый цикл производства практически любого изделия, свойственного тяжелому, энергетическому и транспортному машиностроению, на самом современном уровне.

Заготовительное и сварочное производства позволяют изготавливать металлоконструкции любой сложности. В том числе крупногабаритные, с последующими минимальными затратами при монтаже гидроагрегата.

В заготовительном производстве используется широкий спектр оборудования для обработки листового и профильного материала. Для вырезки листовых деталей применяются машины газокислородной и плазменной резки с ЧПУ, в том числе модели фирмы ESAB, оснащенные современными трехрезакowymi блоками. Они позволяют производить автоматизированную разделку фасок под сварку любой сложности. Данное оборудование было специально спроектировано и изготовлено с увеличенным рабочим столом. Это позволяет раскраивать звенья спиральной камеры гидротурбины с одновременной подготовкой кромок под сварку. В результате значительно сокращается производственный цикл.

Приобретение машины лазерной резки Bystar фирмы Bystronic позволило обеспечить высокоточную резку деталей из листового материала толщиной до 25 мм с высокой скоростью, тем самым исключая последующие операции механической обработки.

Цеха оснащены комплексом различного формообразующего оборудования. Имеются гильотины, листогибочные и профилегибочные машины, кривошипные прессы, гидравлические прессы усилием до 2500 тоннсил. Последние в совокупности с комплексом газовых и электрических печей позволяют выполнять штампогибку деталей любой сложности, в том числе из листов толщиной более 100 мм.

Производство имеет ряд листогибочных вальцов, в том числе четырехвалковые вальцы фирмы Haesler. Они позволяют гнуть листы шириной до 4000 мм с максимальной толщиной до 240 мм горячим способом и до 120 мм — холодным

способом. Данное оборудование предназначено для производства изделий цилиндрической и конической форм (к примеру, звеньев спиральной камеры) и вальцовки ободов радиально-осевых рабочих колес гидротурбин, обтекателей и др.

Сборочно-сварочное производство в течение 2005–2006 годов было полностью переоснащено сварочными полуавтоматами фирм Kemppi и Fronius. В 2007–2008 годах была приобретена и смонтирована система централизованного обеспечения сварочных постов всех цехов сварочной смесью, в состав которой входят аргон и углекислый газ. Сварочное производство оснащено уникальным оборудованием для производства электрошлаковой сварки кольцевых и прямолинейных швов толщиной до 350 мм на специальных установках. Также цеха сварочного производства оснащены тракторами Multitrac фирмы ESAB для автоматической сварки под слоем флюса.

В настоящее время активно осваиваются технологии плазменной наплавки.

При производстве сварки на изделиях с большой толщиной, например на радиально-осевых колесах гидротурбин, применяется технология локального подогрева. В настоящий момент внедрена установка для локального подогрева с системой автоматизированного контроля температур. Это оптимизирует процесс сварки изделий из высоколегированной стали.

В 2009 году освоена технология автоматической сварки кольцевых швов при помощи оборудования Orbimatic. Орбитальная сварка позволяет значительно повысить качество сварных швов при проведении гидравлических развязок и сварке трубопроводов.

Одним из важнейших преимуществ СГТЗ является возможность проведения контроля качества сварных соединений с помощью ультразвукового дефектоскопа последнего поколения Omniscan фирмы Olympus. Это оборудование практически не имеет аналогов в мире. Оборудование для гелевого течеисследования позволяет проводить контроль качества сварного соединения на герметичность с максимальной точностью.

В области внедрения новых технологий сварки предприятие активно сотрудничает с центральным научно-исследовательским институтом тяжелого машиностроения и Тольяттинским государственным университетом. Ведутся переговоры с компанией Fronius о поставке уникального комплекса для сварки и автоматической наплавки валов гидротурбин весом до 100 т. В стадии заключения находится договор на поставку роботизированного комплекса для сварки и наплавки лопаток направляющего аппарата.

Станочный парк группы компаний «ТЯЖМАШ» включает в себя более 1200 единиц среднего и крупного металлорежущего оборудования. В том числе станки с числовым программным управлением последнего поколения производства Siemens.

Токарно-карусельное оборудование производит обработку деталей с максимальным диаметром 25,5 м. Работают уникальные станки, оснащенные системами ЧПУ и фрезерно-расточными суппортами. При этом «ТЯЖМАШ» осуществляет постоянную модернизацию ряда карусельных станков. Ее обязательными условиями стали: установка современной системы ЧПУ, установка системы подачи смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания и адаптация рабочих элементов станка для применения современного режущего инструмента.

Объем производства группы компаний «ТЯЖМАШ» постоянно растет. В связи с этим в план технического перевооружения включено приобретение нового токарно-карусельного станка с ЧПУ, оснащенного фрезерно-расточным суппортом, с диаметром обработки до 16 м и высотой обработки до 6 м.

Оснащение данного станка специализировано под производство крупных узлов гидротурбин, таких как: корпуса рабочих колес, крышек турбин, нижних и верхних колец направляющих аппаратов и др. Опции оборудования позволяют вести обработку с минимальным количеством переустановок и исключением операций предварительной разметки.

Пристальное внимание на предприятиях уделяется парку горизонтально-расточных станков. Для обработки деталей типа лопасти или лопатки используются современные высокоскоростные фрезерно-расточные станки с ЧПУ производства итальянской фирмы Emco-Mecof. Они оснащены двухосевыми угловыми фрезерными головками, что позволяет производить механическую обработку в пяти координатах с предустановом в режиме «три плюс две».

Горизонтально-расточной станок с ЧПУ фирмы «РАМА» оснащен современными угловыми фрезерными головками и план-суппортом производства фирмы D-Andrea. Его поворотный стол имеет размер 2,5 x 2,5 м и грузоподъемность до 40 т. Его управление также осуществляется от системы ЧПУ. Рабочая зона данного станка составляет 9,5 м по горизонтали и до 4 м по вертикали. Это позволяет эффективно производить механическую обработку крупных лопастей гидротурбин, корпусов рабочих колес и крупных частей направляющих аппаратов.

В арсенале предприятия два модернизированных станка фирмы Skoda с современными системами ЧПУ. Оснастка станков проводилась в соответствии с новейшими техническими разработками. Модернизирован крупный горизонтально-расточной станок модели 2A680. Работы проводились дочерней компанией ОАО «ТЯЖМАШ» — ЗАО «ТЕХПРОМ». Также значительные средства выделяются на переоснащение парка средних горизонтально-расточных станков и обрабатывающих центров. За последние три года было приобретено десять единиц оборудования, в том числе шесть новых станков и четыре модернизированных. Поставщиками оборудования выступили Ивановский завод тяжелого станкостроения и Санкт-Петербургский станкостроительный завод ТБС. Эти станки применяются преимущественно для изготовления мелких и средних деталей и узлов; в гидротурбинном оборудовании к ним относят рычаги, накладки, сервомоторы, штанги и мн. др.

В течение 2010–2011 годов будет проведена модернизация одиннадцати станков.

Согласно заключенному контракту планируется поставка двух порталных фрезерно-расточных станков чешской компании Toz Kurim: в 2010 году — с размером рабочей зоны 3 x 8 м, а во II квартале 2011 года — с размером рабочей зоны 4,5 x 12 м. Последний имеет зону обработки по вертикали 4 м. Оба станка оснащены современными измерительными системами контроля деталей и инструментов, системами подачи СОЖ через шпиндель и автоматическими головками для проведения пятикоординатной обработки.

Уникальным является парк крупных токарных станков с максимальным диаметром обработки до 5 м, межцентровым расстоянием до 16 м и максимальным весом обрабатываемой заготовки до 140 т. Данное оборудование успешно используется для обработки лопаток направляющих аппаратов, валов гидротурбин, генераторов и промежуточных валов.

Постоянно растущие требования к качеству изготовления гидротурбинного оборудования стали причиной технического переоснащения всех предприятий группы компаний «ТЯЖМАШ». На производственной площадке были установлены современные станки средней группы производства Рязанского станкостроительного завода. Они применяются для производства элементов гидравлики — штоков, штанг, корпусов гидроцилиндров и сервомоторов. Для обеспечения высокого

качества обработки поверхностей перечисленных элементов гидравлики был закуплен горизонтально-хонинговальный станок с диаметром обработки от 76 до 450 мм, длиной хонингования 8000 мм.

Группа компаний «ТЯЖМАШ» активно работает в области внедрения инновационных технологий. Широко практику получило сотрудничество со специалистами ведущих станкостроительных заводов и предприятий тяжелого машиностроения России, Чехии, Германии, Италии, Китая и Японии. Опыт передовых компаний европейского и мирового уровня помог определить конкретные цели технического перевооружения. Группа компаний «ТЯЖМАШ» стремится к полному переходу производства на оборудование с ЧПУ, максимальному обеспечению механосборочного и сборочно-сварочного производств универсальной оснасткой. Одной из важнейших задач является исключение человеческого фактора из ряда критически влияющих на деятельность предприятия. В качестве пути ее достижения менеджмент предприятия видит глобальную автоматизацию и роботизацию производственных процессов.

На предприятиях группы компаний «ТЯЖМАШ» внедрена и действует система менеджмента качества (СМК). Ее соответствие требованиям ИСО 9001 подтверждено сертификатами международного и национального уровня. ОАО «ТЯЖМАШ» является первой машиностроительной компанией в РФ, получившей сертификат соответствия СМК требованиям новой версии стандарта ИСО 9001:2008. В течение последних лет СМК постоянно дополняется и развивается; строится собственная система внутрифирменного менеджмента. Также следует отметить, что внедрение проекта «Упорядочение 5S» укрепляет фундамент производственной системы.

Специалистов всех уровней, работающих на предприятиях «ТЯЖМАШ», отличают высокий профессиональный уровень и квалификация. Особо пристальное внимание в группе компаний уделяется подготовке квалифицированных кадров. Одним из шагов на пути реализации этой задачи стало создание базовой кафедры «ТЯЖМАШ», где студенты получают высшее техническое образование без отрыва от производства. В процессе обучения студенты не только получают теоретические знания, но и знакомятся с производством, строят карьеру, применяют знания на практике.

В марте 2010 года в группу компаний «ТЯЖМАШ» вошла компания CKD Blansko — один из самых значимых турбостроительных заводов в Чехии. За 106 лет работы CKD Blansko выпустил более 850 турбин всех типов различной мощности. Среди продукции CKD Blansko гидротурбинное оборудование, затворы и клапаны любой конструкции. CKD Blansko производит капитальные и текущие ремонты гидротурбин. Предприятие имеет возможность создания и реализации проектов под ключ, модернизации оборудования. Специалисты CKD Blansko обеспечивают ввод в эксплуатацию оборудования и обучение обслуживающего персонала.

«ТЯЖМАШ» получил на первоочередных условиях производственную площадку, которая приближена к нашим европейским заказчикам, соответственно появилась возможность выхода на новые рынки и, как следствие, — приобретения новых клиентов. Немаловажным при этом является и получение референций по поставке гидротурбинного оборудования. Насколько мы отставали от европейских производителей, говорит, к примеру, тот факт, что «ТЯЖМАШ» за 55 лет поставил не более 120 крупных и средних турбин, а CKD Blansko — 850 штук за 104 года. Это очень серьезный показатель. Кроме того, до настоящего времени у ГК «ТЯЖМАШ» не было референции радиально-осевым турбинам свыше 128 мВт. Сегодня мы имеем техническую

возможность изготавливать их на основной площадке в Сызрани, и на данный момент это не представляет сложностей, но получить такого рода заказ, не имея референции, было практически невозможно. Объединение опыта с CKD Blansko дает ГК «ТЯЖМАШ» референцию и по гидроагрегатам до 500 мВт. ГК «ТЯЖМАШ» имеет опыт проектирования двух основных видов гидротурбин — поворотнлопастных и радиально-осевых (до 150 м напора). Чешские специалисты, в свою очередь, помимо аналогичных агрегатов проектируют радиально-осевые машины свыше 150 м; ковшовые, капсульные, диагональные, деривационные и обратимые насос-турбины. До приобретения чешского предприятия у ГК «ТЯЖМАШ» не было опыта проектирования и изготовления такого гидромеханического оборудования, как дисковые или шаровые затворы, применяемые на ГЭС. Высокой компетенцией в этом отношении обладает CKD Blansko. Кроме того, чешское предприятие имеет огромный архив проектов и, соответственно, опыт изготовления гидротурбин для малых ГЭС. CKD Blansko обладает лабораторией гидравлических испытаний (на сегодняшний день подобная лаборатория имеет один-единственный аналог на ОАО «Силовые машины»). Возможность пользоваться результатами лабораторных гидравлических испытаний, несомненно, повысит качество выпускаемой продукции, а следовательно, и конкурентоспособность ГК «ТЯЖМАШ» (фото 2).

В рамках взаимодействия предприятий предполагается обмен опытом и командировки специалистов, часть сотрудников ГК «ТЯЖМАШ» уже выехали в Чехию. Взаимный трансфер персонала и технологий приведет к повышению качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции на обеих площадках.

Особо важное значение имеют инвестиции в приобретенный актив. В первую очередь необходимо несколько освежить парк оборудования, на что потребуется 10–12 млн евро.



Фото 2. Производственная площадка CKD Blansko. Сборка радиально-осевой реверсивной гидротурбины

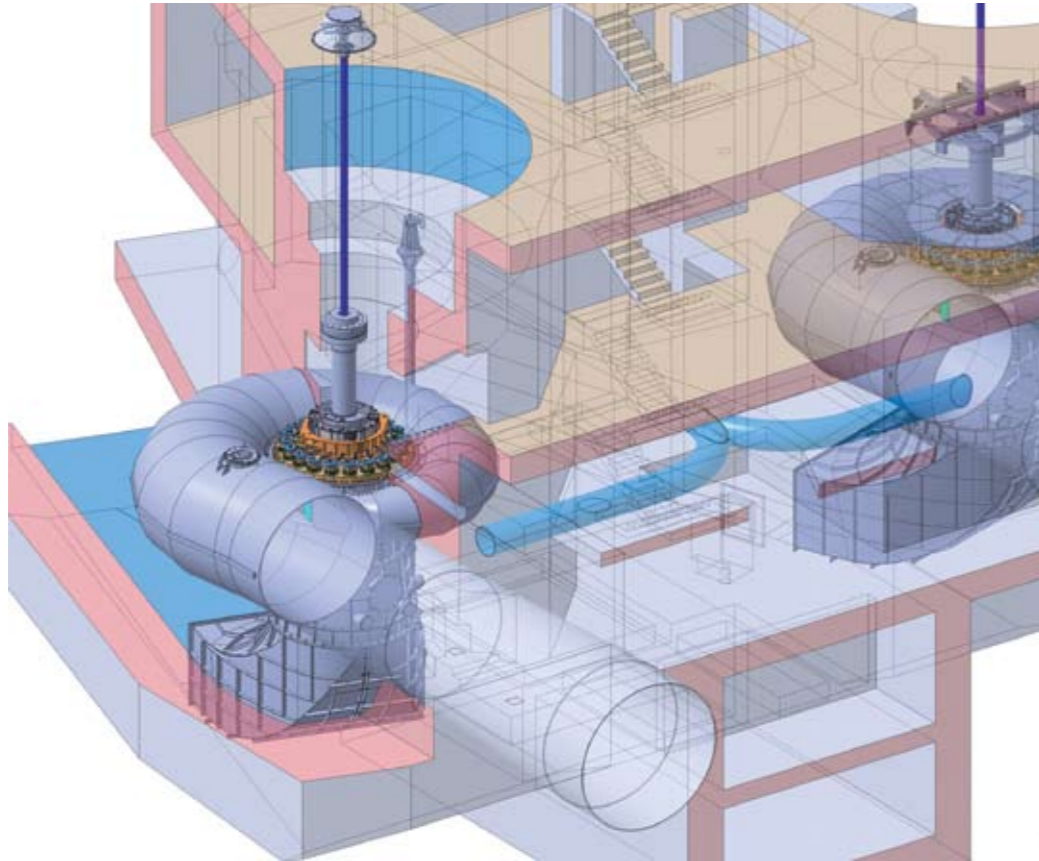


Фото 3. 3D-модель гидротурбины для ГЭС «Чапарраль»

Порядка 1 млн евро требуется вложить в ИТ-инфраструктуру для того, чтобы перейти на одну информационную платформу с сызранскими предприятиями ГК «ТЯЖМАШ».

Европейские заказчики с осторожностью относятся к российским производителям. Хотя на самом деле в сегменте тяжелого машиностроения Россия не уступает другим странам по качеству продукции, по инженерии. Возможно, российская школа немного ограничена в диапазонах, мы не проектируем некоторую «экзотику», которую делают те же чехи, французы и австрийцы. Для европейских заказчиков ГК «ТЯЖМАШ» готов поставлять продукцию чешской сборки.

За последние четыре месяца 2010 года ГК «ТЯЖМАШ» участвовала в нескольких тендерах на изготовление и поставку гидротурбин во Вьетнаме и Китае. На сегодняшний день у ГК «ТЯЖМАШ» уже заключен двухлетний контракт с вьетнамской компанией «Хун Хай Групп» на изготовление и поставку трех гидротурбин стоимостью более 10 млн долларов. Победа в тендере и подписание контракта стали возможными после открытия ГК «ТЯЖМАШ» собственного представительства во Вьетнаме. Специфика работы в азиатских странах такова, что выше шанс получить заказ у тех компаний, которые имеют на их территориях собственные представительства. По итогам первого полугодия ГК «ТЯЖМАШ» ожидает подписания контрактов на этих рынках на сумму до 100 млн долларов.

Продолжаются и работы в Латинской Америке. Представительство ГК «ТЯЖМАШ» в Латинской Америке, в связке с ГК «ТЯЖМАШ» и «Сызранским гидротурбинным заводом», продолжает работы над проектом гидроэлектростанции «Чапарраль» в республике Сальвадор. Объем работ только по этому проекту составляет около 40 млн долларов (фото 3).

Представительство ГК «ТЯЖМАШ» в Латинской Америке работает только на латиноамериканском рынке, т. к. там сейчас идет большой объем работы. Закрывать российский рынок и Азию собственными силами по направлению гидропроектирования ГК «ТЯЖМАШ» на данный момент не имеет возможности.

В 2010 году руководством ГК «ТЯЖМАШ» было принято решение создать собственный гидропроект. Планируется привлечь уникальных специалистов, которые бы за несколько лет могли воспитать команду, способную работать на этом рынке. Предположительно, через 5–7 лет развития этот проект станет полноценным и жизнеспособным. Кроме того, ГК «ТЯЖМАШ» заинтересована в собственном гидрогенераторном производстве и уже ведет переговоры о приглашении высококвалифицированных специалистов в свою структуру. В связи с этим будет образована новая инженеринговая компания, где созданная команда проектировщиков сможет полноценно трудиться. В развитие этого направления планируется инвестировать порядка 60 млн руб. в год. После воссоздания проектного отдела по гидрогенераторам ГК «ТЯЖМАШ» получит возможность закупать оборудование, станки и создавать производство.

Кризис заставил ГК «ТЯЖМАШ» активизироваться на внешних рынках, за счет чего были перекрыты потери по отдельным направлениям в России. При этом на «ТЯЖМАШЕ» численность персонала не только сохранилась, в отличие от многих отечественных предприятий, но и увеличилась на 350 рабочих мест. Всего с 2004 года численность персонала только на сызранской площадке выросла с 3950 до 6400. Чистая прибыль ГК «ТЯЖМАШ» в 2009 году составила 990 млн руб., против 104 млн руб. в 2008 году. Прибыль «Сызранского гидротурбинного завода», по итогам 2009 года, составила около 200 млн руб.



Фото 4. Выставка POWER-GEN Europe — 2010 (Амстердам)

С 8 по 10 июня 2010 года ОАО «ТЯЖМАШ» приняло участие в международной выставке и конференции по производству электроэнергии POWER-GEN Europe — 2010, которая прошла в 18-й раз в Амстердаме. На протяжении более полувека ГК «ТЯЖМАШ» самостоятельно проектирует и изготавливает гидротурбинное и теплоэнергетическое оборудование, которое на сегодняшний день максимально усовершенствовано и соответствует мировым стандартам качества. Участие в выставке POWER-GEN Europe — 2010 дало уникальную возможность обмена опытом со специалистами из разных стран мира и демонстрации собственных технологических возможностей, производственных площадей, способных обеспечить выполнение заказа любой сложности с максимально высоким качеством. Гидротурбинное и теплоэнергетическое оборудование производства ГК «ТЯЖМАШ» на выставке POWER-GEN Europe — 2010 выставлялось на стенде № А72. Делегация ГК «ТЯЖМАШ» включала восемь специалистов предприятия во главе с генеральным директором ОАО «ТЯЖМАШ», генеральным директором ЗАО «СГТЗ» и представителем SKD Blansko (Чехия). Они с удовольствием рассказали всем посетителям о технических возможностях завода и новаторских идеях, познакомили с особенностями представленного на выставке оборудования. Несмотря на то, что продукция ГК «ТЯЖМАШ» давно завоевала признание по всему миру, участие в выставке POWER-GEN Europe — 2010 позволило ГК «ТЯЖМАШ» лишний раз подтвердить свою значимость на мировом рынке (фото 4).

Грамотная презентация гидротурбинного и теплоэнергетического оборудования в ходе энергетической выставки позволила специалистам ГК «ТЯЖМАШ» найти среди участников выставки новых заказчиков и партнеров,

а также заключить новые контракты на изготовление продукции.

На сегодня можно с уверенностью сказать, что главными факторами развития ГК «ТЯЖМАШ» и достижениями предприятиями результатов, соответствующих мировым стандартам, стали такие принципы управления и работы всех специалистов, как профессионализм, следование передовым технологиям, разработка собственных инновационных технологий, поддержка и развитие научного потенциала, постоянный анализ мирового опыта.



ЗАО «СГТЗ»

446010, г. Сызрань, ул. Гидротурбинная, 13  
Тел.: (8464) 37-87-04, факс: (8464) 37-47-54  
www.tyazhmash.com



ОАО «ТЯЖМАШ»

446010, г. Сызрань, ул. Гидротурбинная, 13  
Тел.: (8464) 37-82-02, факс: (8464) 99-06-10

## МОРСКИЕ СООРУЖЕНИЯ. ПОРТЫ

СТРОИТЕЛЬСТВО  
ОГРАДИТЕЛЬНЫХ МОЛОВ

ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИЕ  
МОБИЛЬНЫЕ ТРАПЫ



## К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ КОНФИГУРАЦИИ ОГРАДИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ МАРИН НА ПЕСЧАНОМ БЕРЕГУ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКИ



**Чубаренко Б. В.,**  
зам. директора по научной работе  
Атлантического отделения  
Института океанологии  
им. П. П. Ширшова РАН,  
зав. лабораторией прибрежных  
систем, к. ф.-м. н., г. Калининград



**Соколов А. Н.,**  
научный сотрудник лаборатории  
прибрежных систем  
Атлантического отделения  
Института океанологии  
им. П. П. Ширшова РАН, доцент  
КГТУ, к. т. н., г. Калининград

### Введение

Вдольбереговой поток наносов, вызванный ветрами с существенной вдольбереговой составляющей, является характерной чертой песчаных побережий юго-восточной Балтики. В этих условиях любая выступающая в море конструкция оградительных молов для гаваней или устьев рек, являясь препятствием для вдольбереговых потоков наносов, нарушает локальный баланс между процессами абразии и аккумуляции. Практическая проблема заключается в создании таких сооружений, которые бы обеспечивали необходимые для навигации условия и одновременно минимально влияли на вдольбереговой транспорт песчаного материала.

На Балтике используются преимущественно две альтернативные схемы создания оградительных молов для малых гаваней на открытом морском побережье. Одна — традиционная схема, когда наветренный мол (как правило, западный или южный на южном и восточном берегах Балтики) имеет существенно большую длину и защищает акваторию от преобладающих западных и юго-западных ветров и волнения. Яркими примерами являются порты Владиславово в Польше и Пионерский в Калининградской области, а также другие малые гавани (рис. 1). Такой тип защитной конструкции отлично прикрывает акваторию порта от волн, но вызывает интенсивное осажение песчаного материала, переносимого вдольбереговым потоком, прямо по концу главного защитного мола, именно на пути следования входящих судов, что приводит к необходимости постоянного проведения дноуглубления.

Альтернативная идея, выдвинутая в 1952 г. Р. Я. Кнапсом и активно пропагандируемая в настоящее время (Болдырев, 2002 г.), состоит в том, что наветренный мол, обычно расположенный под углом к линии берега, задает направление обтекающего вдольберегового потока, а подветренный мол должен достигать условной линии, ограничивающей со стороны берега отжатый в море вдольбереговой поток. Одной из самых распространенных модификаций этой идеи (рис. 2, а–в) является огибающая арка из двух дугообразных сходящихся молов с входом в гавань посередине ее акватории (Бурнашов, Чубаренко, 2009).

Оба подхода, традиционный для юго-восточной Балтики и «по Кнапсу», были рассмотрены в ходе научно-исследовательских работ по изучению условий и принципиальных возможностей строительства гавани для малых

плавсредств в составе оздоровительного комплекса в районе курорта Пионерский на Калининградском побережье (Чубаренко и др., 2009 г.), рис. 3. Изучалось несколько различных конфигураций оградительных молов (рис. 4), обеспечивающих проход во внутреннюю — врезанную в берег — гавань, сопряженную с аван-гаванью, имеющей ширину порядка 100 м и вход на глубинах порядка 4 м.

Учитывая, что на северном побережье Калининградской области господствуют шторма западных румбов, преимущественно СЗ и З направлений, скорость ветра может достигать 20 м/с даже в относительно спокойный летний сезон, при максимуме в зимний период 26–28 м/с и более (Бабаков, 2003 г.), а волны при косом подходе к берегу стремятся вернуться перпендикулярно к нормали береговой линии, прежде всего необходимо было обеспечить эффективное волногашение при подходах волн с запада и севера.

В различных конфигурациях молы (длина прядка 250 м) были выдвинуты до глубин от 4,5 м до 5,5 м. Рассматривалась минимальная по трудозатратам конструкция из двух параллельных молов (рис. 2, г и 4, а), конструкция в традиционной компоновке (рис. 4, б) и предложенная В. Л. Болдыревым конструкция «по Кнапсу», усложненная внутренними защитными шпорами (рис. 4, в–е).

### Моделирование проникновения волнения в гавань

Моделирование полей волнения было проведено с помощью комплекса моделей MIKE 21 Boussinesq Waves (MIKE 21 BW, 2005). Расчетная сетка охватывала область размером 450 x 550 м, шаг сетки составлял 2 м. Изучались модельные ситуации распространения набегающего волнения — с запада, с севера и востока, волнение регулярное, значимые высоты набегающих волн — 1 м (для удобства изучения затухания). В табл. 1 приведены высоты волн во внутренней гавани в долях от высоты набегающего волнения.

Результаты этих модельных расчетов показали, что наиболее малозатратная конфигурация с прямыми молами (рис. 4, а) является отличным волноводом, и при определенном направлении движения волн высота волн во внутренней гавани может даже превышать высоту набегающего волнения. Традиционная схема компоновки молов (рис. 4, б) обеспечивает наилучшую защиту внутренней гавани при ветрах северного





Рис. 1. Примеры портов с традиционной для Балтийского побережья конфигурацией оградительных молов (Бурнашов, Чубаренко, 2009; www.earth.google.com)

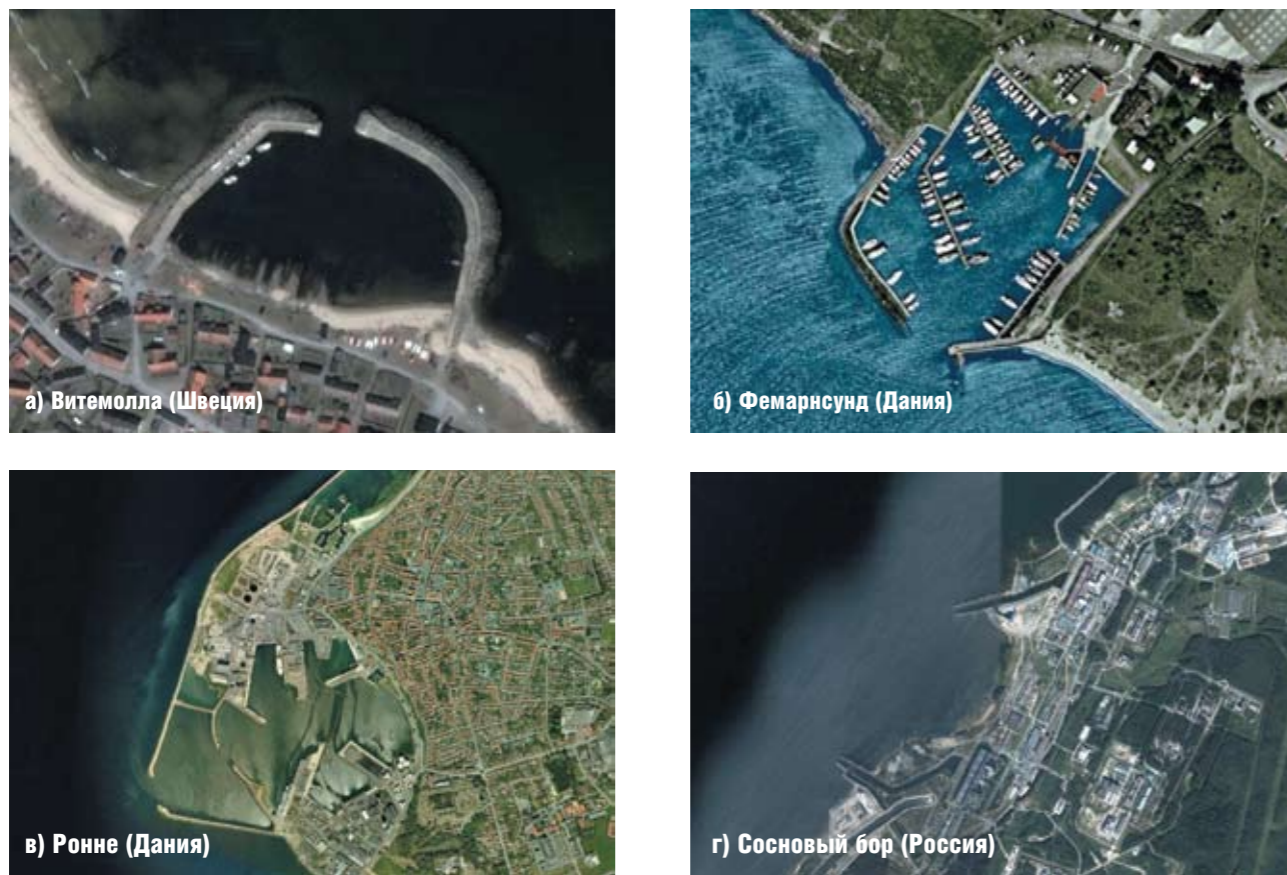


Рис. 2. Примеры портов с конфигурацией защитных молов «по Кнапсу» (а, б, в) и параллельной компоновкой (г) (Бурнашов, Чубаренко, 2009; www.earth.google.com)

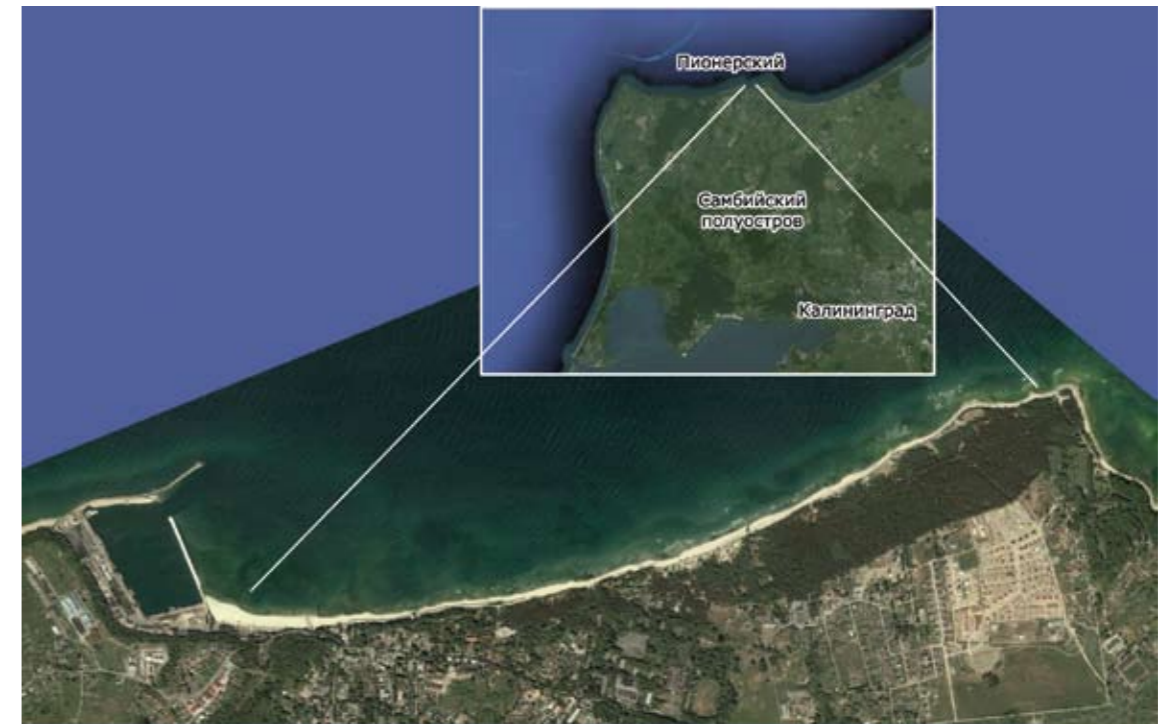


Рис. 3. Участок от порта Пионерский (слева) до мыса Гвардейский (справа), северная часть Самбийского полуострова, юго-восточная Балтика, Калининградская область

и западного направлений. Среди конфигураций «по Кнапсу» наилучшими волногасящими характеристиками обладает схема (рис. 4, е), которая «справляется» с волнами хотя и хуже, чем традиционная схема, но вполне удовлетворительно.

На рис. 5 представлены поля волнения в гавани для двух альтернативных компоновок оградительных конструкций при подходе внешнего волнения с северного направления. Как и ожидалось, традиционная схема компоновки оградительных сооружений существенно лучше защищает внутреннюю гавань, обеспечивая необходимое затухание волн (рис. 5, а). Для компоновки оградительных сооружений «по Кнапсу» с помощью расчетов была подобрана наилучшая конфигурация внутренних шпор-перегородок, позволяющих частично гасить волны внутри аван-гавани, но не удалось избежать возникновения узловых биений во внутренней гавани (рис. 5, б). В обеих конфигурациях был рекомендован внутренний пляж (участок АВ, рис. 5), который не только являет-

ся важным элементом рекреационного использования комплекса, но и играет роль внутреннего волногасителя.

Хотя для северного побережья Самбийского полуострова разгон волн с востока очень мал, но все-таки традиционная компоновка оградительных сооружений (рис. 4, б) плохо укрывает внутреннюю гавань от проникновения восточного волнения (рис 6, а). Было предложено улучшающее конструктивное решение — небольшая дополнительная внутренняя перегородка, никак не ограничивающая створ захода судов (рис. 6, б).

**Моделирование водообмена гавани с окружающей акваторией**

Водообмен с окружающей морской акваторией является основной характеристикой для оценки воздействия на морскую среду при эксплуатации гавани и оценке ее вентилируемости морскими водами. Трехмерная структура течений неволнового происхождения во входном створе также может либо способствовать, либо препятствовать заносимости гавани рыхлым материалом.

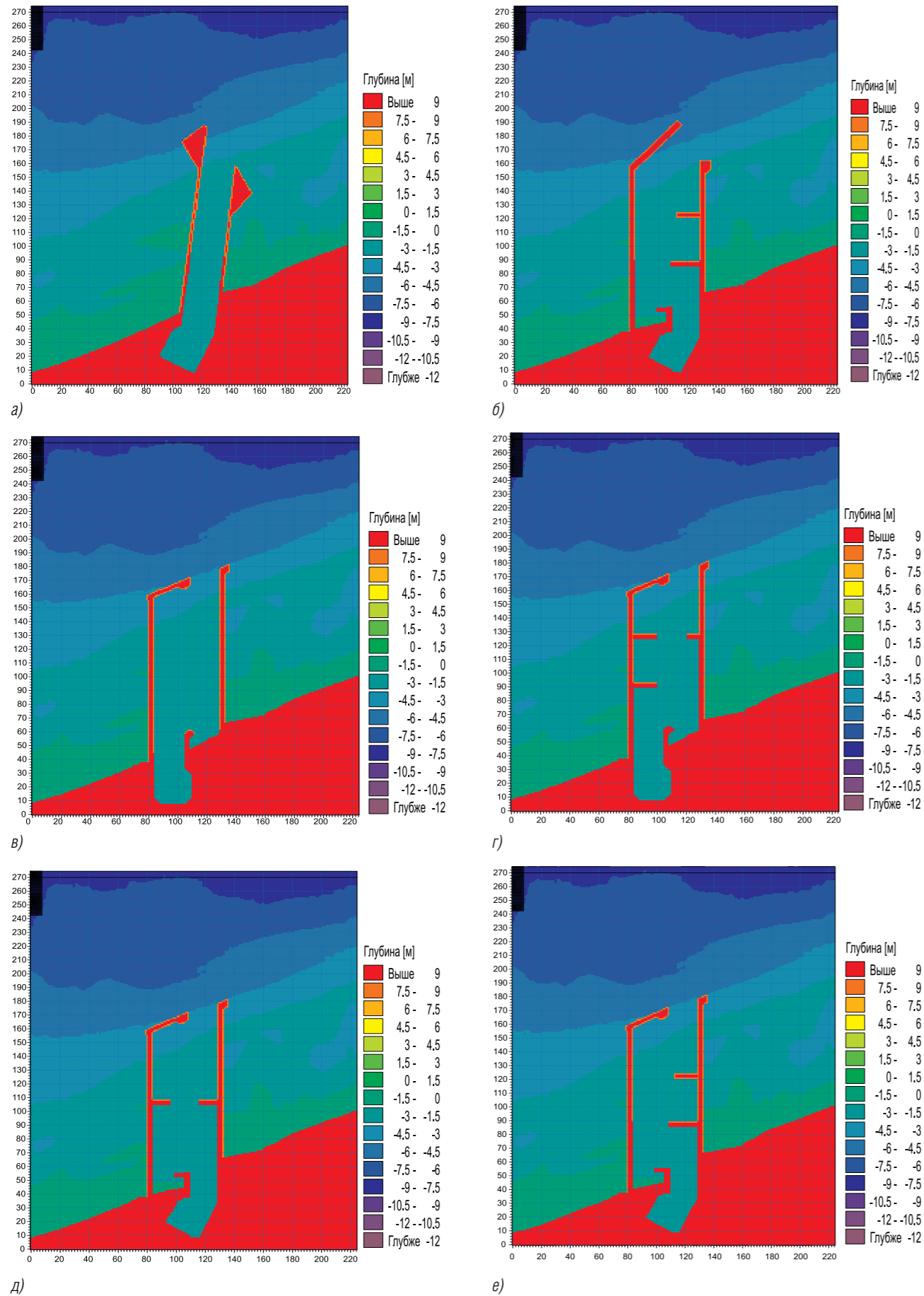
Были проведены модельные эксперименты по обтеканию внешним потоком двух альтернативных компоновок оградительных сооружений. Для моделирования обтекающих ветровых течений использовался модуль MIKE3 Flow-Model (трехмерная гидродинамическая постановка), область расчетов была увеличена до размеров 800 x 1000 м, пространственный шаг сетки составлял 10 м, шаг по вертикали — полметра. Поле глубин — реально существующий в данном месте склон с достаточно монотонным изменением глубин. Для воспроизведения в модели особенностей обтекания конструкции вдольбереговым индуцируемым ветром потоком использовались два модельных подхода: развитие течений при воздействии на расчетную область западного ветра (10 м/с) и обтекание конструкции набегающим вдольбереговым стационарным потоком со скоростью 10 см/с.

При ветровых расчетах использовался равный 0,0026 коэффициент трения ветра, все границы, кроме южной

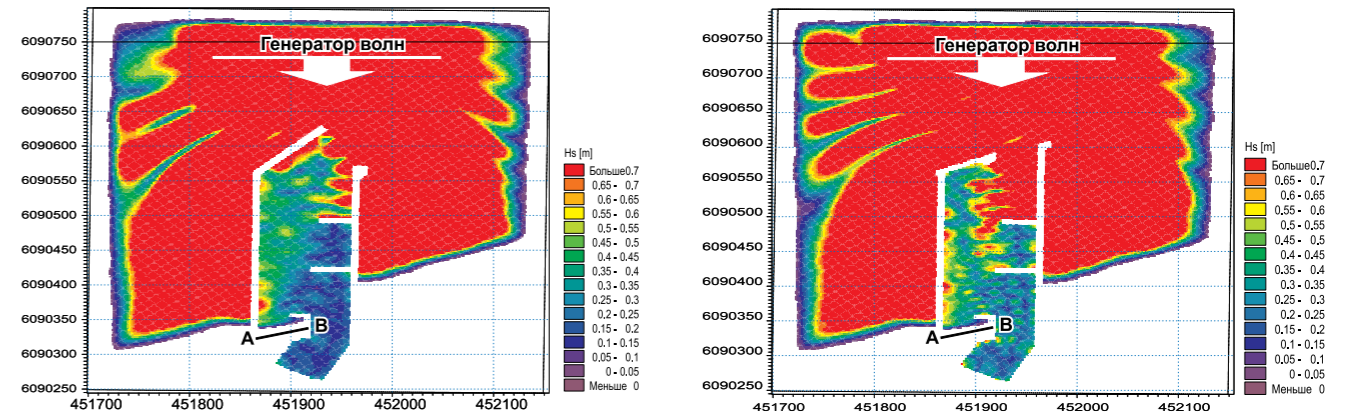
Табл. 1. Характеристики затухания волн, проникающих во внутреннюю гавань при различных компоновках оградительных сооружений.

Схема компоновки оградительных молов	Высота волн во внутренней гавани в долях от высоты набегающего волнения	
	в точке максимального затухания	в точке минимального затухания
<b>Северный ветер</b>		
Рис. 4 а	0,2	0,8
Рис. 4 б	0,06	0,2
Рис. 4 в	0,04	0,12
Рис. 4 г	0,13	0,5
Рис. 4 д	0,09	0,4
Рис. 4 е	0,13	0,5
Рис. 4 е	0,07	0,3
<b>Восточный ветер</b>		
Рис. 4 б	0,1	0,5
Рис. 6 б	0,07	0,3

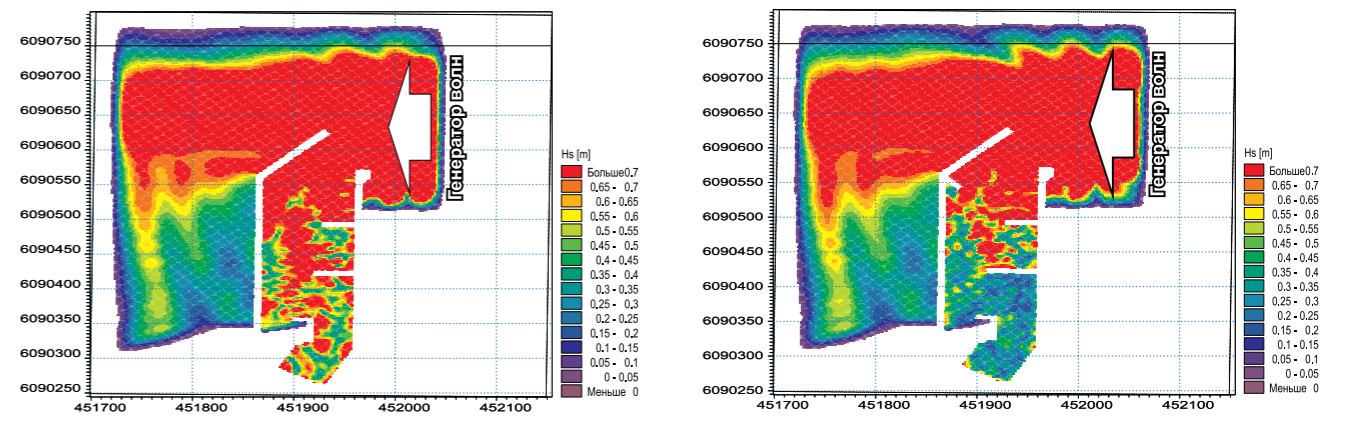




**Рис. 4.** Моделируемые конфигурации защитных молов для врезанной в берег внутренней гавани и структура глубин в исследуемой акватории. На координатных осях указаны номера узлов расчетной сетки (шаг 2 м), вертикальные и горизонтальные линии сетки совпадают с направлением юг-север и запад-восток



**Рис. 5.** Поля волнения в гавани при набегающем северном волнении. Традиционная компоновка оградительных сооружений лучше защищает внутреннюю гавань от волнения



**Рис. 6.** Поля волнения в гавани при набегающем восточном волнении. На варианте «б» показано расположение дополнительной внутренней перегородки, существенно препятствующей заходу волнения во внутреннюю гавань при его подходе с восточной стороны

(берег), — открыты, уровень воды — постоянный в расчетной области, нулевые начальные условия, модель турбулентности по Смагоринскому (Smagorinsky, 1963).

На рис. 7 представлены зависимости поверхностных скоростей от времени для обеих рассмотренных конфигураций в двух точках с сеточными координатами (41, 35) внутри гавани и (41, 46) — вне ее. Время установления скоростей составляет 2–3 часа для открытых и 10–15 минут для защищенных частей акватории. Максимальная величина скорости в поверхностном слое для обеих конфигураций оградительных сооружений составляет 0,6–0,7 м/с для открытых участков акватории и порядка 0,1 м/с для внутренней акватории гавани.

На рис. 8 представлена картина течений, возникающая на поверхности через характерное время, через один час после начала расчета. Для обеих конфигураций оградительных сооружений на входе в защищаемую часть акватории наблюдается сложная трехмерная циркуляция, а внутри гавани индуцируемая трением ветра структура течений с генеральным движением верхнего слоя по ветру и противотечением в придонном слое. Распределения скоростей течений на разной глубине представлены на рис. 9 и 10. В проходе между молами образуется циклонический вихрь.

Пульсации течений на входе в гавань практически отсутствовали: водообмен через входное сечение гавани не превышал 0,4–0,5 м³/с. Для сравнения, водообмен через входное сечение гавани, рассчитанный для другой серии модель-

ных расчетов (см. ниже), составлял на начальной фазе 40–50 м³/с, т. е. был в 100 раз больше.

Во второй серии модельных расчетов обтекание двух конструкций молов вдольбереговым потоком задавалось за счет постановки на западной границе условия втекания воды в расчетную область с постоянной скоростью 0,1 м/с. При этом на восточной границе области ставилось условие постоянства уровня, что обеспечивало «отсос» из расчетной области притекающей воды. Северная граница была закрыта, в модели турбулентности по Смагоринскому использовались следующие коэффициенты турбулентности: по вертикали ( $C_{sm} = 0,176$ ) и по горизонтали ( $C_{sm} = 0,44$ ).

Расчеты течений и потоков через входные ворота (сечение CD, рис. 11) гавани показали, что происходят циклические акты водообмена между акваторией гавани и прибрежными водами. В случае постоянного внешнего воздействия такой водообмен постепенно ослабевает со временем (см. врезки на рис. 11), но, учитывая, что внешние условия вряд ли будут оставаться постоянными в течение четырех и более часов, следует ожидать, что процесс водообмена никогда не затухнет и будет возобновляться каждый раз при перемене внешних условий, стремясь к новой равновесной ситуации.

Расчеты показали, что при обеих конфигурациях защитных молов заток воды в гавань через сечение CD (рис. 11) происходит преимущественно в придонном слое, а исток из гавани — в поверхностном. Входящие придонные скорости

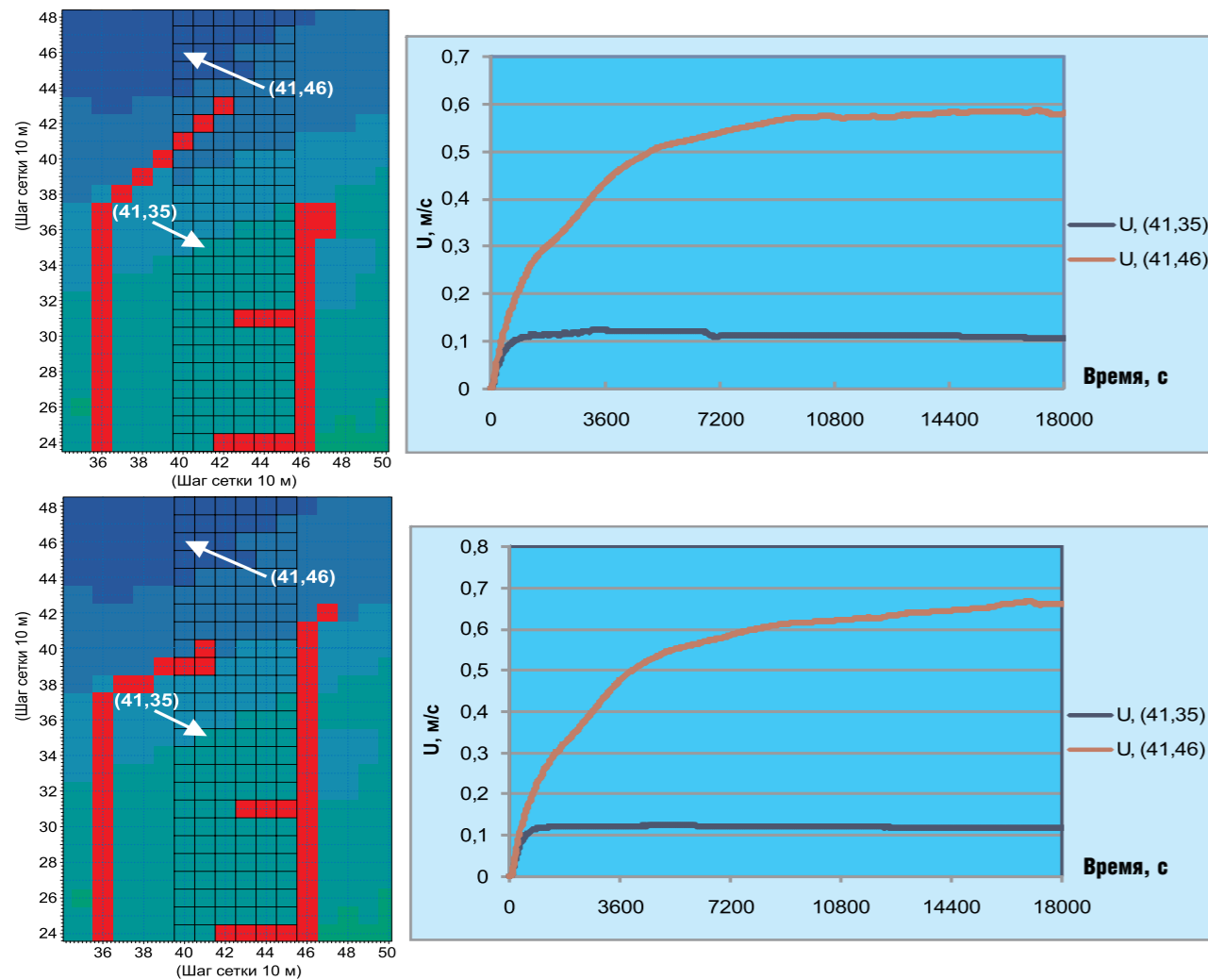


Рис. 7. Зависимость от времени поверхностных скоростей в точках внутри гавани (41, 35) и вне ее (41, 46)

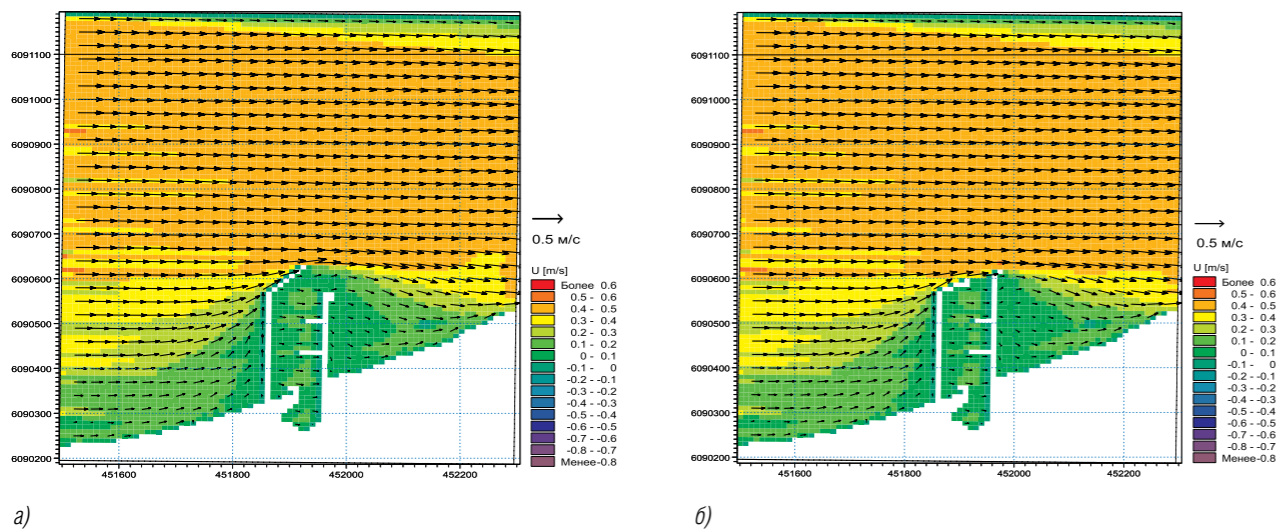


Рис. 8. Структура обтекания гавани вдольбереговым потоком через один час после начала действия западного ветра для двух альтернативных конфигураций оградительных сооружений

по абсолютной величине примерно в 2 раза превышают исходные. Водообмен через это сечение происходит фактически по всей глубине с некоторым запаздыванием перемены направления течений на поверхности и на дне. Или, другими словами, стационарного двуслойного или двуструйного течений в воротах гавани практически не возникает, хотя есть

переходные моменты их кратковременного образования из-за сдвига фаз между колебаниями векторов течений как на разных глубинах, так и по ширине прохода. Интересным является трехмерный и нелинейный характер колебаний векторов скорости, к примеру, заток всегда формируется сначала в придонном слое, а сток — в поверхностном.

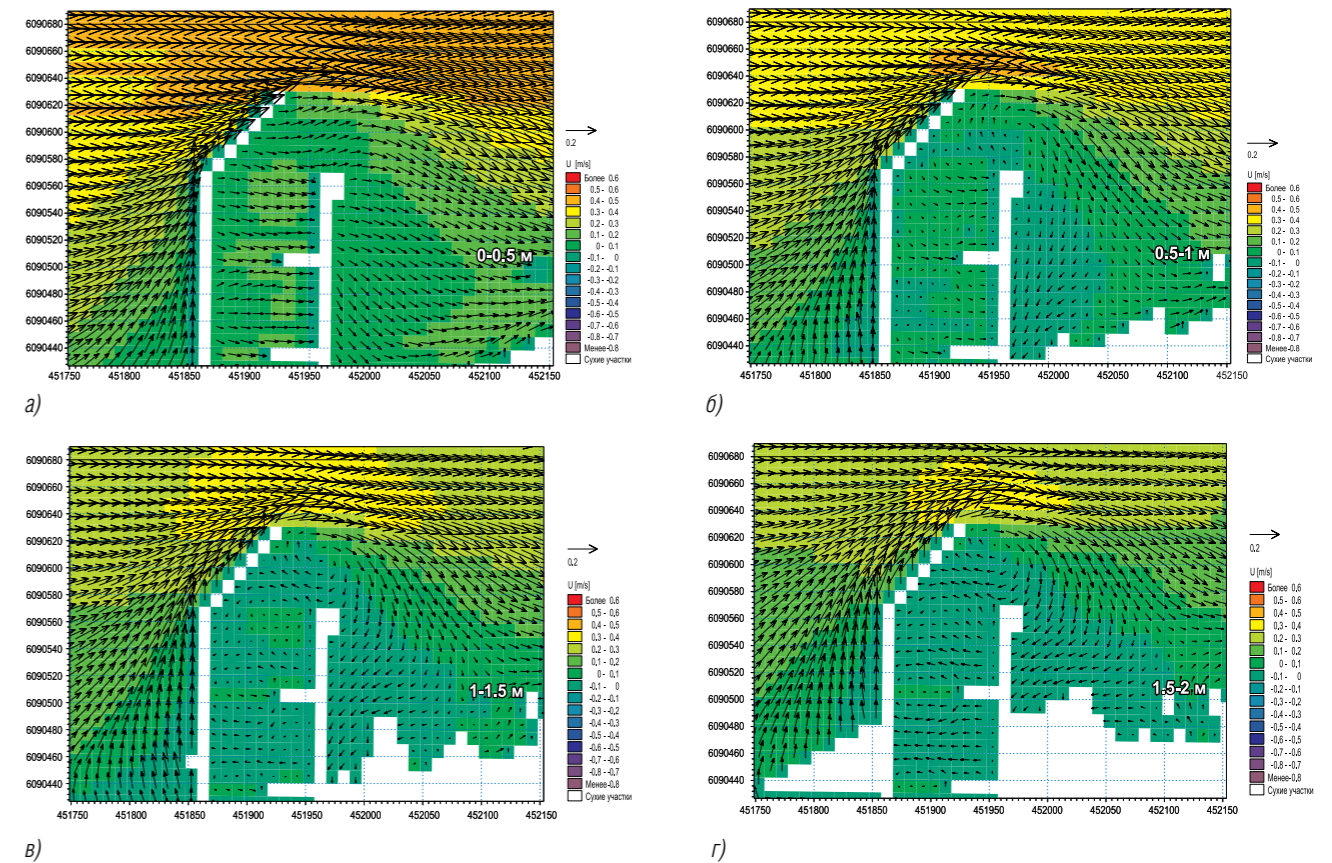


Рис. 9. Распределение скоростей течений при ветровом воздействии на отдельных горизонтах в верхнем 2-метровом слое для традиционной компоновки оградительных сооружений

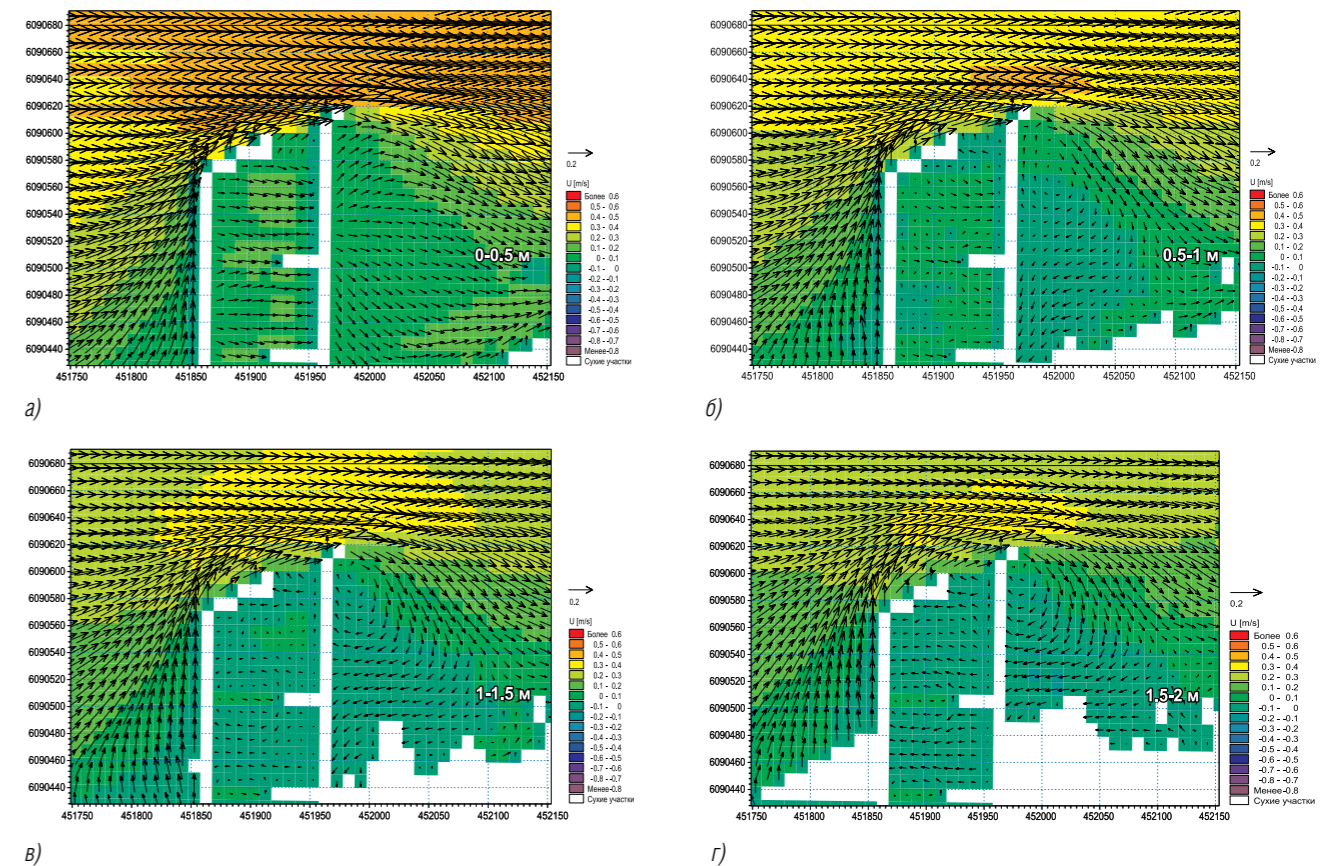


Рис. 10. Распределение скоростей течений при ветровом воздействии на отдельных горизонтах в верхнем 2-метровом слое для компоновки оградительных сооружений «по Кнапсу»

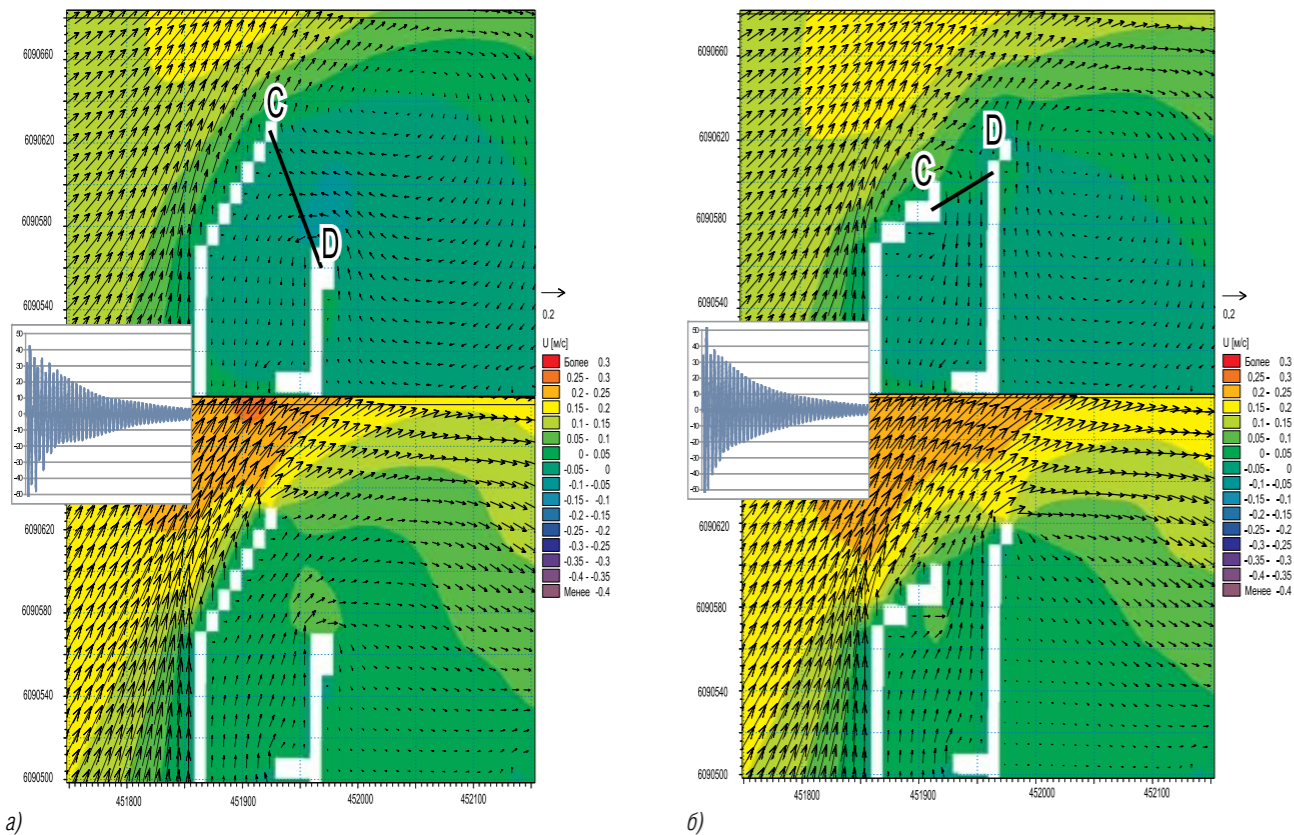


Рис. 11. Поля поверхностных скоростей при затоках и оттоках вод из гавани при различных конфигурациях оградительных молв (а) и (б). На врезках показано затухание со временем расходов через сечение CD, характерное время — порядка четырех часов

**Выводы**

Традиционная компоновка защитных сооружений, как и ожидалось, обеспечивает наиболее эффективную защиту внутренней акватории от волнового воздействия.

Организация защитных сооружений «по Кнапсу» действительно не создает изменений в скорости обтекающего потока напротив входа в гавань, в то время как при традиционной компоновке поток несколько замедляется сразу после обтекания оградительной конструкции, что сопряжено с риском появления бара на судовом ходе.

Водообмен между внутренней гаванью и окружающей акваторией индуцируется постоянно существующей неоднородностью воздействия и, в большей степени, микроколебанием уровня. При этом возникает асимметрия течений по вертикали: максимальные течения при затоках возникают в придонном горизонте, а при стоке воды — в поверхностном горизонте. Эта асимметрия создает дополнительный риск заносимости внутренней акватории гавани.

Ветер создает внутри гавани трехмерную систему течений — поверхностный индуцированный ветром поток и придонный компенсационный отток, активного водообмена с окружающей акваторией не возникает.

Асимметрия в течениях, вентилирующих акватории авангавани, создает условия к накоплению тяжелых (тоноуших) фракций нефтяного загрязнения внутри гавани и выносу легких, находящихся на поверхности фракций наружу.

С точки зрения возможного водообмена и привноса взвеси внутрь гавани придонными течениями обе конфигурации оказались практически эквивалентными, а для защиты от волнения, безусловно, традиционная конфигурация — наиболее эффективна.

Работа выполнена при содействии ОАО «ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ», ООО «БАЛТМОРПРОЕКТ» и гранта РФФИ 08-05-92421

**Литература**

1. Бабаков А. Н. Пространственно-временная структура течений и миграций наносов в береговой зоне юго-восточной Балтики (Самбийский п-ов и Куршская коса): Дисс. канд. геогр. наук. Калининград. КГУ. 2003.
2. Бурнашов Е. М., Чубаренко Б. В. Марины и малые порты Балтики: типичные конфигурации оградительных конструкций и литодинамическая обстановка / Литодинамика донной контактной зоны океана: материалы международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения проф. В. В. Лонгинова. 2009.
3. Болдырев В. Л. Порты и морской берег: Проблемы взаимовлияния и их оптимизация // Морская индустрия. № 2. 2002. С. 24–26.
4. Кнапс Р. Я. Оградительные сооружения типа молв и движение наносов на песчаных побережьях // Известия Академии наук Латв. ССР, 6 (59), 1952.
5. Чубаренко Б. В., Макаров К. Н., Болдырев В. Л., Родэ Ю. А., Бабаков А. Н., Бурнашов Е. М., Домнин Д. А., Карманов К. В., Соколов А. Н., Шушарин А. В., Сологуб С. П. К вопросу о разработке конфигураций оградительных молв и берегозащитных конструкций новой гавани для малых плавсредств в районе курорта Пионерский Калининградской области (юго-восточная Балтика) / Литодинамика донной контактной зоны океана: материалы международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения проф. В. В. Лонгинова, 14–17 сентября 2009г., г. Москва. Москва: ГЕОС, 2009. С. 163–165.
6. Smagorinsky J. General Circulation Experiment with the Primitive Equations // Monthly Weather Review, 91, No. 3. 1963. P. 99–164.
7. MIKE 21 BW: Boussinesq Waves Module User Guid. DHI software, 2005.
8. MIKE 3 FLOW MODEL: Hydrodynamic Module User Guid. DHI software, 2005.

**ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИЙ МОБИЛЬНЫЙ ТРАП — БУДУЩЕЕ РОССИЙСКИХ ПАССАЖИРСКИХ ПОРТОВ**



Парнова В. Б., заместитель генерального директора ООО «Кронштадт»

Любовь к путешествиям, стремление к познанию нового, возможности технического прогресса явились мощным стимулом к созданию круизного флота и бурному развитию морских пассажирских перевозок во всем мире. Как следствие формирования круизного флота стало необходимо развитие специализированных пассажирских терминалов для его обслуживания. Уже много лет во всем мире на морских пассажирских терминалах широко применяются телескопические мобильные трапы (ТМТ).

Телескопические мобильные трапы (ТМТ) — это современные и надежные решения для пассажирских портов, необходимые для безопасного, комфортного и быстрого перемещения людей между судном и пассажирским терминалом без промежуточного выхода на улицу. Они стали неотъемлемой составляющей современного пассажирского морского порта международного класса, соответствующего высоким международным стандартам безопасности пассажиров.

ТМТ позволяют исключить дополнительные меры для обеспечения равномерного потока пассажиров при посадке и высадке, а также использование автотранспорта для доставки пассажиров непосредственно к трапу судна.

Необходимость такого оборудования очевидна при обслуживании грузопассажирских паромов и круизных лайнеров с высоким расположением лацпортов, не имеющих собственных средств для посадки и высадки пассажиров. ТМТ также широко используются в аэропортах для перехода пассажиров из здания аэропорта на борт самолета.

**Преимущества использования телескопических мобильных трапов:**

- максимальная безопасность пассажиров;
- универсальность, простота и надежность конструкции;
- низкие затраты на обслуживание;
- изготовление трапа по требованиям заказчика;
- возможность контроля потока пассажиров;
- независимость от конструкции причала, либо интеграция оборудования в существующие конструкции;
- мобильность по отношению к месту постановки судна;
- система галерей и ТМТ обеспечивает безопасность перехода пассажиров на большие расстояния;
- комфортные условия доступа пассажиров на судно из-за устранения влияния погодных условий;



- ♦ возможность дополнительного оснащения периферийными системами.

Телескопический мобильный трап представляет собой стальной тоннель с глухими и/или остекленными (панорамными) стенами, состоящий из одного, двух или нескольких модулей, соединенных между собой. Тоннели могут иметь телескопическую конструкцию, которая обеспечивает изменение длины трапа — за счет работы гидроцилиндров. Тоннели устанавливаются на опорную базу, которая проектируется, исходя из конструкции конкретного причала, где будет установлено оборудование. База представляет собой металлическую опору с колесным приводом из двух или четырех пар сдвоенных полнотелых колес. Колеса приводятся в действие от интегрированной системы гидравлики. Опорная база также может быть оснащена гидроцилиндрами, которые позволяют изменять высоту расположения тоннелей, с учетом



расположения лацпорта обслуживаемого судна. Система гидравлики является автономной, гидравлическая станция компактна и монтируется непосредственно на опоре трапа, в целях безопасности станция имеет дублирующий гидромотор. Как правило, трапы оснащаются собственным автоматическим аварийным дизель-генератором, что позволяет обеспечить непрерывную работу оборудования при перебоях в основной электрической сети.

С одной стороны трап имеет узел стыковки с лацпортом судна, представляющий из себя переходной мост, оборудованный сторожевыми датчиками и электронной системой позиционирования. С другой стороны ТМТ оборудован узлом стыковки с пассажирским терминалом порта. Для защиты пассажиров от неблагоприятных погодных явлений в момент перехода на стыковочных узлах применяются защитные кожухи.

Мобильность ТМТ обеспечивается возможностью плавного и бесшумного перемещения трапа к морскому судну по кратчайшему пути. Даже управление поворотом кабины трапа выполняется одновременно с перемещением трапа и управляется с того же пульта, который используется для управления перемещением телескопического мобильного трапа. Благодаря этому значительно сокращается время, затрачиваемое на стыковку трапа с судном.

Выбор конструкции трапа обусловлен условиями, в которых его предполагается эксплуатировать, а именно: размеры причала, расстояние до пассажирского терминала, параметры обслуживаемых судов и пр. В любом случае, это уникальное сооружение для каждого конкретного терминала.

Современные ТМТ не только высокотехнологичны, но и безопасны, они более маневренны и динамичны, рассчитаны на обслуживание практически всех видов морских судов. Ряд технологических особенностей телескопических

мобильных трапов, таких как современная система управления, гидравлический привод, пониженная нагрузка на причал, многоуровневые системы безопасности, существенно облегчают их применение. По желанию заказчика ТМТ могут быть оснащены дополнительным оборудованием, в частности — видеокамерами, благодаря которым оператор может контролировать с поста управления зону перемещения и «слепые» зоны, например под трапом.

На телескопических мобильных трапах устанавливаются современные системы аварийно-предупредительной сигнализации, системы позиционирования, призванные максимально обеспечить безопасность при посадке и высадке, даже в условиях возникновения нестандартной или аварийной ситуации.

**Производством ТМТ занимаются несколько компаний во всем мире.** Ведущим производителем телескопических мобильных трапов для морских и авиационных пассажирских портов является шведская компания FMT, имеющая 50-летний опыт успешного производства этого оборудования.

FMT является всемирно признанным международным лидером в проектировании, изготовлении, монтаже и сервисном обслуживании телескопических мобильных трапов для морских пассажирских портов. Философия компании: каждый пассажир индивидуален, и каждый трап для посадки должен быть разработан под конкретные требования заказчика. Именно поэтому компания FMT предлагает своим заказчикам индивидуальные решения, отвечающие конкретным задачам каждого порта. Благодаря FMT морские порты могут иметь неоспоримые преимущества перед конкурентами, предлагая пассажирам современное обслуживание. Все оборудование компании FMT соответствует самым жестким международным стандартам безопасности.

Именно поэтому любой проект, от идеи до реализации, проходит все 10 этапов, обеспечивающих работу под ключ:

1. Переговоры с заказчиком, обсуждение технических характеристик.
2. Проектирование оборудования и согласование проекта.
3. Производство ТМТ на заводе компании FMT.
4. Испытания телескопического мобильного трапа на заводе.
5. Поставка оборудования заказчику.
6. Монтаж и пуско-наладка оборудования.
7. Тестирование на месте установки.
8. Обучение работе с оборудованием.
9. Сдача оборудования в эксплуатацию.
10. Сервисное обслуживание.

Многолетний опыт специалистов FMT в создании, обслуживании, ремонте и модернизации телескопических мобильных трапов позволяет постоянно улучшать конструкцию и функциональность оборудования, эффективно интегрировать новое оборудование в уже существующие в портах системы автоматического управления с единого поста. Состав оборудования и используемые технологии определяются совместно с заказчиками на основе существующих требований по эксплуатации, сервису и экономической окупаемости проекта.

Широкий диапазон высот и зон обслуживания позволяет обрабатывать морские суда практически всех типов — от небольших пассажирских паромов до круизных океанических лайнеров. ТМТ нового поколения оснащаются системами микроклимата и трехуровневой системой безопасности. Например, для порта Fort Lauderdale (штат Флорида, США) компанией FMT был разработан специальный телескопический мобильный трап для обслуживания пассажи-



ров крупнейшего в мире и истории круизного лайнера Oasis of the Seas.

Морской пассажирский порт — это не только своеобразная визитная карточка города, это еще и объект повышенной опасности. Одна из главных функций терминалов морского порта — обеспечение безопасности, комфорта и высокого уровня обслуживания пассажиров во время их пребывания в порту. Именно по этим критериям турист составляет свое первое впечатление о стране пребывания.

Россия динамично развивает морской транспорт, строит современные порты и новые терминалы. Позитивные изменения, которые происходят на протяжении последних лет, а также их динамика, позволяют с оптимизмом смотреть в будущее, в котором есть место для реализации самых смелых и современных проектов с использованием достойного опыта и оборудования зарубежных компаний.




Современные и надежные решения для безопасного и удобного сообщения между судном и терминалом

## ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИЕ МОБИЛЬНЫЕ ТРАПЫ

**ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАПОВ FMT:**

- БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕРЕХОДА ПассажиРОВ НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ
- УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ, ПРОСТОТА И НАДЕЖНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ
- НИЗКИЕ ЗАТРАТЫ НА ОБСЛУЖИВАНИЕ
- ВОЗМОЖНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРАПА ПОД ТРЕБОВАНИЯ ЗАКАЗЧИКА
- ВОЗМОЖНОСТЬ КОНТРОЛЯ ПОТОКА ПассажиРОВ
- НЕЗАВИСИМОСТЬ ОТ КОНСТРУКЦИИ ПРИЧАЛА

Our 50 years of experience and know-how reduce risk and enhance capital allowance

Санкт-Петербург, 3-я линия В.О., дом 62, лит А, Бизнес-центр B&D  
факс: (812) 710-76-97, E-mail: kronstadt@kron.spb.ru

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



St.-Petersburg



Hamburg

Официальный партнер FMT (Швеция) в России

[www.kron.spb.ru](http://www.kron.spb.ru)

## ОАО «ГИДРОСТРОЙ»: ТРАДИЦИИ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА

История ОАО «Гидрострой» насчитывает более полувека. Началом истории предприятия следует считать 12 сентября 1956 года, когда приказом министра строительства было создано Управление начальника работ № 379, коллектив которого занялся восстановлением разрушенного войной портового хозяйства и строительством гидротехнических сооружений. Позже УНР № 379 было преобразовано в СУ-424 треста «БалтморГИДРОСТРОЙ», которое в последствие было реорганизовано в ОАО «Гидрострой».

Основными видами деятельности компании являются:

- ♦ строительство портовых сооружений;
- ♦ строительство гидротехнических сооружений;
- ♦ производство дноуглубительных и берегоукрепительных работ.

Все гидротехнические объекты, построенные в Калининградской области с 1956 года, являются результатами деятельности ОАО «Гидрострой». Это причалы базы океанического рыбного флота в Пионерском, стапели и причалы судостроительного завода «Янтарь», судоремонтные предприятия Калининграда, набережные в курортных городах Светлогорске и Зеленоградске, объекты специального назначения в Балтийске, створные знаки, палы и паловые причалы на Калининградском морском канале.

Конец 70-х — начало 80-х — это годы участия калининградских гидростроителей в возведении таких объектов как Клайпедская паромная переправа, восстановление плотин ГРЭС в Правдинске, а также в строительстве судоремонтного причала в Светлом.

Объектами ОАО «Гидрострой» в эти годы были также объекты прибалтийских республик, такие как:

- ♦ Вентспилский припортовый завод (Латвия);
- ♦ Новоталлинский морской порт (Эстония);
- ♦ паромный комплекс в Клайпедзе (Литва).

В 90-е годы построены причалы для судов «Река — море», в Морском торговом порту причал для судов типа «Ро — Ро», созданы три причала для приема паромов в г. Калининграде.

За последнее десятилетие ОАО «Гидрострой» участвовало в строительстве днищевой постели для приема баржи AMT Trader (проект «Варандей»), которая приняла на себя единую конструкцию морского причала общим весом 11 000 тонн и была отправлена в Баренцево море. ОАО «Гидрострой» стало партнером крупнейшего резидента СЭЗ ЗАО «Содружество-Соя» в создании территории в 35 га из намытого грунта, а также приняло участие в строительстве 340 метров причалов, 210 метров пирса и комплекса очистных сооружений.

Историческими вехами ОАО «Гидрострой» по праву можно также считать восстановление и строительство гидротехнических сооружений Западного речного пароходства. Строители внесли свой достойный вклад в развитие рыб-



ной отрасли области, возведя объекты рыболовецкого колхоза «За Родину», Балтийского рыбоконсервного комбината, управления «Запрыбхолодфлота». В этом ряду следует выделить комплекс объектов для создания серии паромов «Сахалин» на судостроительном заводе «Янтарь».

Одним из успехов ОАО «Гидрострой» стало возведение набережной в городе Зеленоградске под управлением Н. Красова, променада, который до сих пор является любимым местом прогулок гостей, жителей города и Калининградской области.

Имея большой опыт по устройству свайных полей и бетонных работ, компания активно выполняет работы на объектах промышленного строительства. Примером тому служит нефтяной терминал в пос. Ижевское для ООО «Лукойл-Калининградморнефть» (свайные основания, фундаменты, монолитный железобетон, берегоукрепление, причалы).

В последние два года ОАО «Гидрострой» принял участие в строительстве следующих промышленных объектов:

- ♦ логистический комплекс в пос. Дорожное Гуьевского района Калининградской области (заказчик — ООО «Литана»);
- ♦ завод полиэтилентерефталата в пос. Прегольском Октябрьского района г. Калининграда (заказчик — ООО «Юникс»);
- ♦ административно-торговое здание с кафе и подземной парковкой по Гвардейскому проспекту — ул. Театральной в г. Калининграде (заказчик — ООО «Морской бизнес центр»);
- ♦ производственный терминальный комплекс по глубокой переработке маслосодержащих культур (заказчик — ЗАО «Содружество-Соя»);
- ♦ комплекс гидротехнических сооружений объекта «Оздоровительный комплекс»;
- ♦ проведение дноуглубительных работ Калининградского морского канала ФГУП «Росморпорт».

На сегодняшний день ОАО «Гидрострой» завершил работы по строительству пирса Резиденции Президента РФ на Балтийском побережье. Пирс длиной 170 м, шириной 7 м, конструкция двухрядная, эстакада на металлических сваях. Это первая в истории Калининградской области подобная конструкция. Строительство осуществлялось «пионерным» способом, в очень сжатые сроки — 4 месяца. Была разработана индивидуальная технологическая оснастка для данного объекта. Потребовалось применение гидравлических молотов из-за сложных грунтов и глинистой почвы.

Производственная база ОАО «Гидрострой» включает в себя три самоходных плавкрана, в том числе «Черноморец-18» грузоподъемностью 100 т; вибропогружатели



ICE 3120 и марки «Мюллер», гидравлический молот S-70; копровые установки; буксир РБТ «Восток-2»; экскаваторы; бульдозеры; гусеничные краны РДК 250, РДК 300 и НІТАСНІ грузоподъемностью 65 т; бетоновозы-миксеры, автокраны, автомобильный парк (длинномеры, бортовые автомобили, самосвалы КамАЗ). Собственная база позволяет сократить стоимость производственного процесса без ущерба для темпов выполняемых работ.

Кроме того, ОАО «Гидрострой» технически оснащен:

- ♦ комплектом оборудования для строительства монолитных железобетонных конструкций;
- ♦ полигоном для производства железобетонных изделий;
- ♦ арматурным цехом;
- ♦ опалубочным цехом;
- ♦ ремонтно-механическими мастерскими;
- ♦ собственным причалом;
- ♦ техническим флотом.

Компания имеет несколько перспективных подразделений:

Одно из них занимается торговлей строительными материалами оптом и в розницу, что позволяет комплексно снабжать объекты строительства. Предприятие применяет современные технологии водоотвода и обустройства территории с помощью имеющихся в наличии древесно-плитных материалов, очистных установок, металлоконструкций, котельного оборудования, счетчиков и других средств.

ОАО «Гидрострой» располагает строительной производственно-испытательной лабораторией, аттестованной Федеральным агентством по техническому регулированию и ме-



трологии. Лаборатория выполняет полный комплекс работ по проведению испытаний и контролю качества материалов, изделий и конструкций. Все применяемые при производстве лабораторного контроля приборы и оборудование аттестованы Госстандартом России и проходят периодическую проверку.

С помощью отделов технической экспертизы и оценочной деятельности в компании проводится строительно-техническая экспертиза с выдачей рекомендаций по устранению дефектов и повреждений, экспертиза объемов и стоимости строительно-монтажных работ.

На все виды работ у компании имеются государственные лицензии.

ОАО «Гидрострой» сегодня — это сплоченная команда специалистов — рабочих, служащих флота, водителей и механизаторов, инженерно-технических работников, имеющих опыт работ в гидротехническом, промышленном строительстве.

Партнерами ОАО «Гидрострой» являются крупнейшие предприятия, такие как: ОАО «ПСЗ Янтарь»; ЗАО «Алко-Нафта»; ООО «БалтТехПром»; ЗАО «Содружество-Соя»; ООО «Лукойл-Калининградморнефть»; ФГУП «Росморпорт»; ООО «Томас Бетон Строй»; ЗАО «Алвора»; ООО «Промреконструкция», ООО «Морской Бизнес Центр» и ряд других.

Компания является обладателем национальной премии имени Минина и Пожарского «За достойные дела — благодарная Россия» (2006 г.); приза Института европейской интеграции «Европейский стандарт» (г. Страсбург, 2007 г.); приза Берлинского экспертного института «Качественный стандарт».

ОАО «Гидрострой» не только стабильно развивающаяся компания, но и предприятие, имеющее большое значение в развитии экономики г. Калининграда и области.

ОАО «Гидрострой» занимает устойчивое положение на рынке строительных услуг, являясь рентабельной, конкурентоспособной компанией, чья репутация не менее надежна, чем тысячи метров причалов, возведенных им за это время!

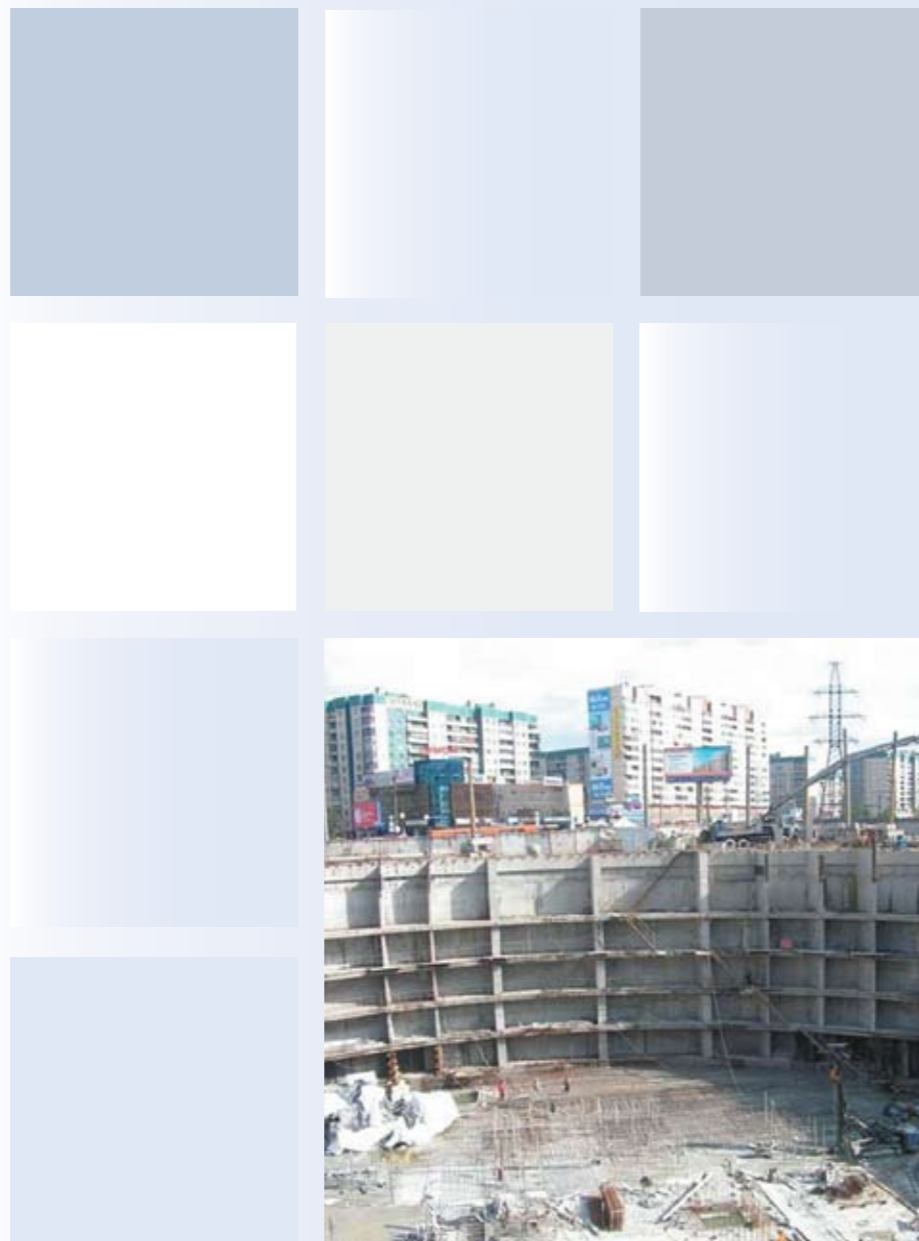


**ОАО «Гидрострой»**

**г. Калининград, ул. Портовая, д. 30**

**Тел. (4012) 63 16 67, факс (4012) 64 88 24**

**e-mail: office@gidrostroy39.ru, www.gidrostroy39.ru**



## РАЗМЫВЫ ТРУБОПРОВОДОВ В ВЕРХНИХ БЪЕФАХ ГИДРОУЗЛОВ



**Бриллиантов А. Н.** (на фото),  
к. т. н., генеральный директор  
ООО «ЭКОГинжиниринг»

**Глотко А. В.,**  
к. т. н., зам. технического директора  
ООО «ЭКОГинжиниринг»

**Жуков Г. Д.,**  
к. т. н., технический директор  
ООО «ЭКОГинжиниринг»

**Каргаполова И. Н.,**  
к. г. н., главный гидролог  
ООО «ЭКОГинжиниринг»

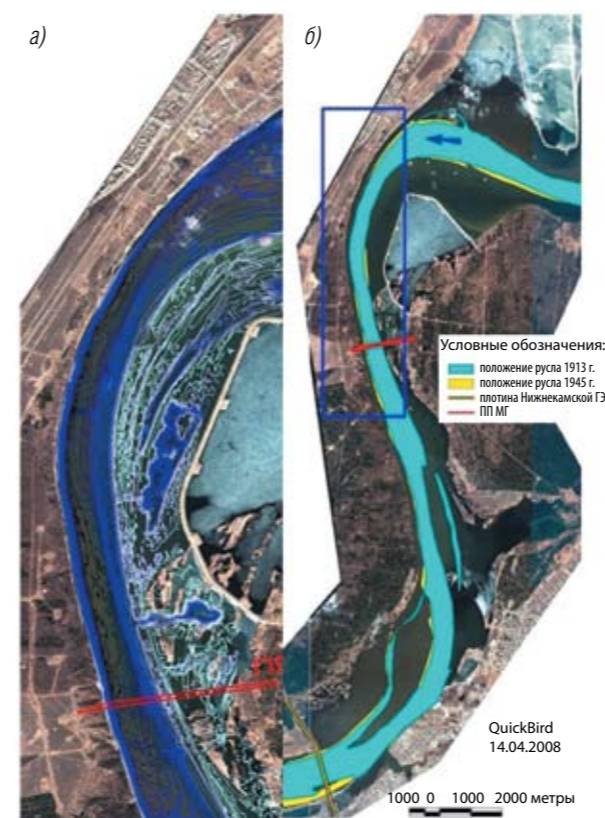
Сотни трасс магистральных трубопроводов пересекают водные преграды, в том числе водохранилища. Особенность подводных переходов трубопроводов через ложа водохранилищ заключается в большой протяженности их подводной части.

Работа гидроузлов на реках кардинально меняет гидрологический режим, в том числе нарушает баланс наносов. Основной процесс, который наблюдается в верхних бьефах, — это аккумуляция наносов, которая ведет к постепенному заиле-

нию ложа водохранилища. Несмотря на общую направленность процесса, затопленное русло продолжает функционировать, и на некоторых участках образуются протяженные размывы. В случае, если они распространяются на зону подводных переходов, появляются опасные оголения и провисы.

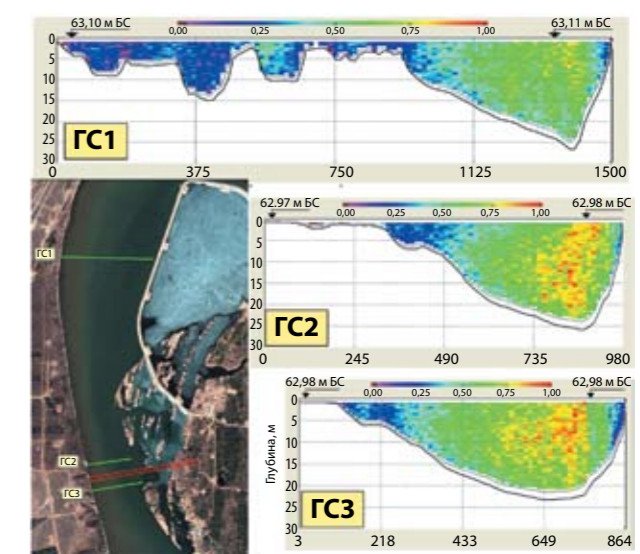
Появление размывов трубопроводов отслеживается регулярными приборно-водолазными обследованиями с использованием современных средств измерений, таких как многолучевые эхолоты, гидролокаторы бокового обзора и судовые трассоискатели. Несмотря на своевременное обнаружение проблемных участков и проведение регулярных ремонтов, размывы в самые ближайшие годы возобновляются или появляются на соседних участках одних и тех же труб.

Решением данной проблемы стало проведение комплексной диагностики или мониторинга русловых процессов, к которому подключаются инженерно-гидрологические изыскания. При экспертной оценке причин и направленности

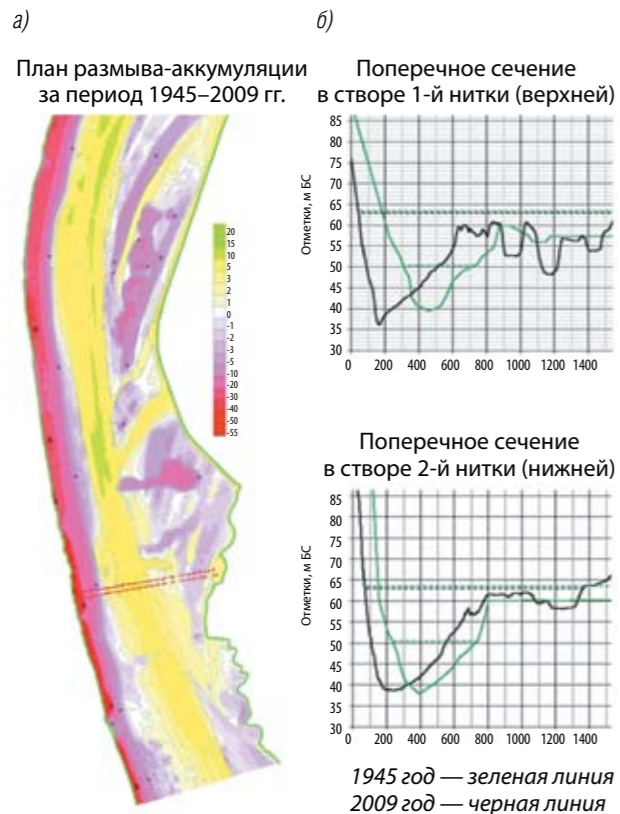


**Рис. 1.** Участок изысканий на водохранилище Нижнекамского гидроузла:

а) инженерно-гидрографический план, б) плановые деформации р. Камы за период 1913–2009 гг. по всему участку



**Рис. 2.** Диаграммы распределения в поперечном сечении скоростей течения с доплеровского измерителя скорости (ADCP)

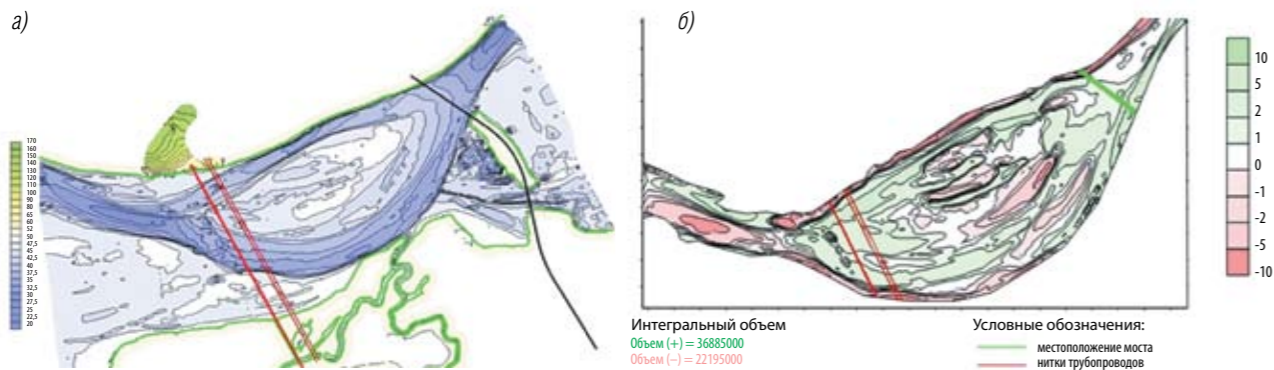


**Рис. 3. Результаты анализа плановых и вертикальных деформаций. Шкала изменения отметок от -55 до 20 м**

деформаций дна используются научные подходы с применением геоинформационных систем и моделирования численными методами для выбора оптимальных мер гидротехнической защиты переходов.

За пятилетний период работ ООО «ЭКОНГинжиниринг» на подводных переходах в ОАО «Газпром» был получен опыт инструментальных наблюдений и анализа результатов по влиянию на размыв труб в зоне верхних бьефов гидроузлов.

Очевидно, что назрела необходимость значительной корректировки действующей нормативной документации в нефтегазовом комплексе, в которой необходимо как учесть современные средства измерения и технологии обработки данных, так и добавить учет ряда значимых факторов, влияющих на особенности эксплуатации подводных переходов.



**Рис. 4. Участок изысканий на водохранилище Куйбышевского гидроузла:**

а) инженерно-гидрографический план; б) план размыва аккумуляции за 1945–2008 гг. Шкала изменения отметок от -10 до 10 м

До настоящего времени при проектировании подводных переходов через водохранилища внимание сосредотачивалось на береговой зоне, которая перерабатывается за счет волнового воздействия. Другие факторы, основным из которых является размыв дна потоком, идущим по затопленному руслу реки, упускались из виду.

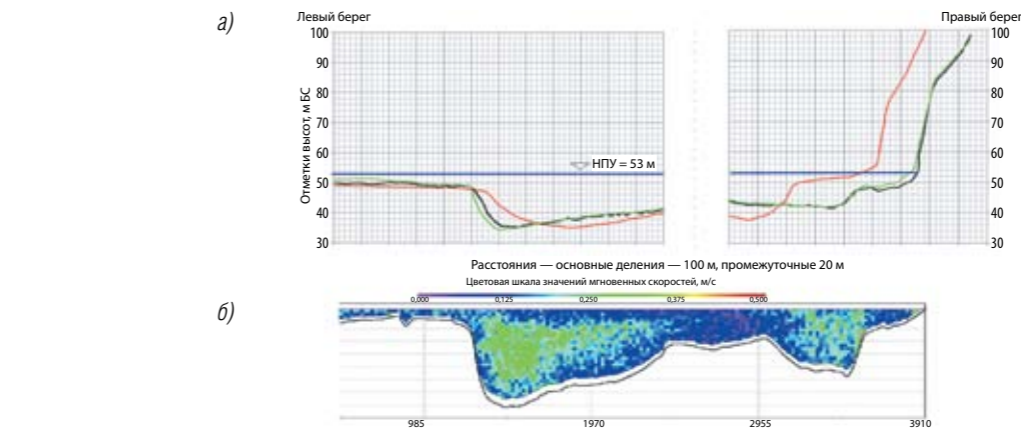
Ниже приведены примеры трех водохранилищ, которые пересекают магистральные трубопроводы, подверженные размывам, и обозначены факторы, эти размывы определяющие.

Первый пример. На водохранилище Нижнекамского гидроузла технический коридор подводных переходов проходит в 15 км от створа плотины. В зоне пересечения ширина зеркала водохранилища около 800 м, глубина над затопленным руслом р. Камы составляет около 20 м, над затопленной поймой — 10 м. Правый берег обрывистый, укреплен наброской из железобетонных блоков. Левобережная затопленная пойма представлена на инженерно-гидрографическом плане 12-километрового участка водохранилища (рис. 1, а). Выше по течению расположены две дамбы обвалования (рис. 1, б), введенные в эксплуатацию в один период с гидроузлом и трубопроводами и предназначенные для защиты участков нефтедобычи.

Анализ результатов приборных обследований за период в 20 лет показал, что размывы фиксировались в разное время по всему поперечному сечению. Проведенные измерения скоростей при помощи доплеровского измерителя скорости (ADCP) на створах показали, что максимальному воздействию подвергаются подводные склоны затопленного русла, расположенные на глубине ниже 10 м от поверхности водохранилища. На участке в 3 км выше подводных переходов, в районе первого гидрометрического створа (ГС1), поток идет как в затопленном русле, так и на пойме. Ниже по течению в 1 км до подводного перехода поперечное сечение сужается до минимального значения (ГС2), затем вновь несколько расширяется (ГС3). Максимальные скорости наблюдаются на ГС2 в зоне технического коридора, что объясняет размыв трубопроводов.

Анализ вертикальных деформаций за 64 года (рис. 3, а) иллюстрирует, что размыв сосредоточен в пределах бровок затопленного русла. В естественном состоянии часть потока приходилась на левобережную пойму, участок которой во время строительства гидроузла был перекрыт дамбой. Это вызвало сосредоточение стока воды в затопленном русле и спровоцировало размыв его склонов.

Анализ плановых деформаций (рис. 1, б; рис. 3, б) показал тенденцию смещения затопленного русла к правому берегу как продолжение естественного руслового процесса р. Камы. После строительства дамб нагрузка на правый склон



**Рис. 5. Поперечное сечение ложа водохранилища в створе подводного перехода:**

а) деформации поперечного сечения за 1945–2008 гг.; б) диаграмма распределения скоростей с доплеровского измерителя скорости (ADCP)

затопленного русла возросла, скорость его размыва составляет до 0,5 м/год.

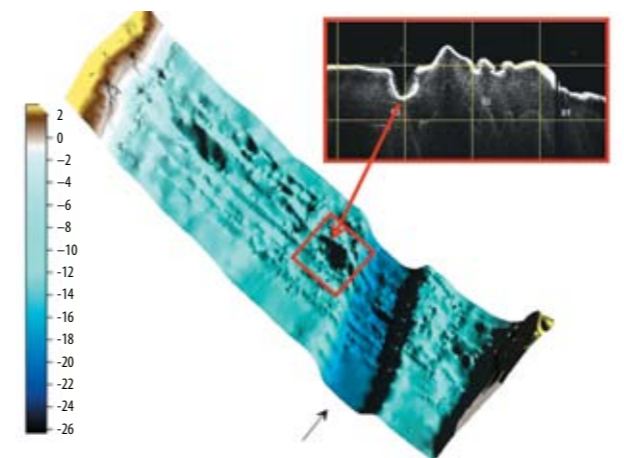
При строительстве переходов через водохранилища, по нормативам, заглубление трубопровода по всему сечению составляет 1 м, т. е. не учитывается дальнейшее развитие русла. Это является причиной незамедлительного появления размывов.

Второй пример. Подводный переход магистральных трубопроводов пересекает водохранилище Куйбышевского гидроузла в 300 км выше створа плотины (устье р. Камы). Здесь ширина зеркала водного объекта в зоне пересечения составляет около 4,0 км (рис. 4, а), глубина над затопленным старым руслом — около 20 м, затопленной поймой — 10 м.

Особенность этого участка заключается в том, что технический коридор подводных переходов пересекает затопленное разветвление р. Камы. Здесь причина аналогична описанному выше примеру — продолжение естественных тенденций развития русла Камы и их усиление при сужении потока выше по течению. Сужение в данном случае обусловлено строительством моста в период 1994–2002 годов.

По данным обследования, размывы появились с конца 1990-х годов на левом склоне левого рукава и на правом склоне правого рукава затопленного русла. Исследования, проведенные с помощью ADCP (рис. 5, б), показали, что в местах размывов наблюдаются максимальные скорости течения воды.

Анализ плановых (рис. 5, а) и вертикальных (рис. 4, б) деформаций за период в 63 года показал, что на фоне общей



**Рис. 6. Трехмерное изображение зоны технического коридора подводных переходов магистральных газопроводов**

аккумуляции наносов отмечено расширение старого русла и возникновение областей размыва над центральной частью затопленного острова.

Такие ситуации часто возникают в результате отсутствия единого подхода и согласованности действий разных организаций.

Это доказывает необходимость более тщательного подхода к гидрологическим расчетам, с учетом воздействия расположенных вблизи сооружений, как построенных, так и находящихся в планах строительства.

Наиболее эффективно при проектировании комплекса гидротехнических сооружений для укладки трубопроводов методов прогноза деформаций дна на стадии предпроектной документации.

Третий пример демонстрирует ситуацию, когда понижение отметок в створе подводных переходов через водохранилища не является размывом. Это связано с ошибками при строительстве или ремонте переходов. Самая распространенная причина — незасыпанные траншеи для укладки трубопроводов. Такие понижения, как правило, имеют локальный характер.

На рис. 6 приведено трехмерное изображение зоны технического коридора подводных переходов через затопленное русло и пойму р. Сылвы, на котором хорошо идентифицируются траншеи. Участок трассы подводного перехода расположен в 45 км выше створа плотины Камского гидроузла. Ширина зеркала водохранилища в зоне пересечения составляет 1,5 км, глубина над затопленным руслом — 20 м, над поймой — около 10 м.

Незасыпанная траншея осталась после завершения строительства, в результате неправильного выбора фракции грунта для обратной засыпки и технологии проведения строительных работ.

Таким образом, следует подчеркнуть, что затопленные русла рек продолжают развиваться. В случае сужения как русловой, так и пойменной частей потока следует ожидать интенсификации размывов. Недоучет этого фактора нормативными документами приводит к неисправному состоянию переходов магистральных трубопроводов через водохранилища.

Общество с ограниченной ответственностью  
**"ЭКОНГинжиниринг"**

109381 Москва, ул. Летняя, д. 6, стр. 1  
Тел. (499) 722-73-30, e-mail: mail@econg.ru

## ПОЛНЫЙ СПЕКТР ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Санкт-Петербург



Закрытое акционерное общество «Геодезические приборы» основано в 2001 г.

В рамках основного направления своей деятельности компания решает комплекс разнообразных задач, актуальность которых определена тем, что в настоящее время широко внедряются передовые технологии, основанные на использовании высокотехнологичной геодезической техники: электронных тахеометров, спутниковой аппаратуры, электронных сканеров и др.

ЗАО «Геодезические приборы» — партнер многих ведущих строительных и изыскательских компаний Санкт-Петербурга и других городов Северо-Запада России. Компания является крупнейшим поставщиком геодезического оборудования в Северо-Западном регионе России. Обеспечивает такие отрасли, как: изыскания и строительство, землеустройство, дорожное проектирование и строительство, горнодобывающая промышленность, судостроение и др.

Компания участвует в системе повышения квалификации в области строительства и изысканий. С 2005 года в ЗАО «Геодезические приборы» на постоянной основе функционирует учебно-внедренческий центр.

Услуги, предлагаемые компанией:

- поставка современных геодезических комплексов, систем, приборов и инструментов;
- техническое обслуживание и сопровождение поставляемого оборудования;
- методическая помощь при внедрении новой техники и технологий;
- выполнение работ по внедрению спутниковых геодезических технологий;
- выполнение геодезических работ, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области геодезии (лицензия № СЗГ-02568Г от 25 мая 2009 г. на осуществление геодезической деятельности — Министерство экономического развития Российской Федерации Федеральное агентство геодезии и картографии);
- поставка программных комплексов и консалтинговые услуги;
- доставка оборудования в любой регион России;
- страхование поставляемой продукции.

В состав компании входит сервисный центр, который осуществляет экспертизу и ремонт оборудования, решает задачи метрологического обеспечения (лицензия № 002754-Р Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, специалисты имеют сертификаты производителя (Topcon, Sokkia) на право проведения ремонта и обслуживания поставляемого оборудования).



Воплощение вековых традиций качества!

## Полный спектр геодезического оборудования



ЗАО «ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ»

197101, Санкт-Петербург, ул. Большая Монетная, д. 16  
тел./факс: (812) 363-4323  
e-mail: office@geopribori.ru  
www.geopribori.ru



# ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ



**Улицкий В. М.,**  
д. т. н., профессор, лауреат Государственной премии РФ, научный руководитель «НПО «Геореконструкция-Фундаментпроект», зав. кафедрой оснований и фундаментов ПГУПС, председатель Международного технического комитета № 38 «Взаимодействие оснований и сооружений» ISSMGE; зампрезидент ГЭЖК по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям при администрации Санкт-Петербурга



**Шашкин А. Г.**  
к. т. н., генеральный директор НПО «Геореконструкция-Фундаментпроект», секретарь ГЭЖК по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям при администрации Санкт-Петербурга

Центральная часть Петербурга обладает специфическими инженерно-геологическими условиями, связанными со значительной толщей слабых структурно-неустойчивых грунтов. Строительство подземных сооружений, возводимых открытым способом, в этих условиях становится многофакторной геотехнической задачей. Эта задача, как правило, усложняется состоянием примыкающих зданий, охраняемых государством как значимые памятники архитектуры. Для минимизации риска предложено расширить информационную составляющую за счет создания опытных площадок на месте предполагаемого строительства подземных сооружений. Это позволяет вносить коррективы в параметры численного моделирования строительной ситуации и оптимизировать проектные решения. Кроме того, создается обоснованный регламент для производства работ, качество которого может контролироваться в процессе мониторинга. Все это позволяет геотехникам управлять рисками на надежной научной основе, что представляется важным, особенно для сложных грунтовых условий. В статье приведены практические примеры такого рода работ на объектах Петербурга.

Подземное строительство в условиях слабых грунтов является одной из самых сложных геотехнических задач, особенно если речь идет об устройстве подземных сооружений в плотной городской застройке.

При проектировании любого здания или сооружения в среде сложившейся застройки определяющим условием является обеспечение ее сохранности.

Как правило, это условие оказывается гораздо более жестким, чем обычные требования к проектированию здания вдали от окружающей застройки. Усилиями петербургских геотехников были созданы геотехнические нормы проектирования, которые в значительной степени упорядочили проектирование и строительство в Петербурге. Нормы содержат системный подход, учитывающий все возможные факторы риска, связанные со строительством в плотной городской застройке. Благодаря их последовательному применению всеми участниками строительства аварии стали, скорее, досадным исключением, чем правилом.

Петербургские территориальные нормы по проектированию фундаментов зданий и сооружений содержат базовые требования и к подземному строительству.

При самой сложной реконструкции и новом строительстве зданий в примыкании к существующей застройке основными факторами риска являются:

- ♦ технологические воздействия при устройстве фундаментов;
- ♦ увеличение нагрузки на основание и развитие соответствующих осадок фундаментов;
- ♦ устройство открытых глубоких котлованов;

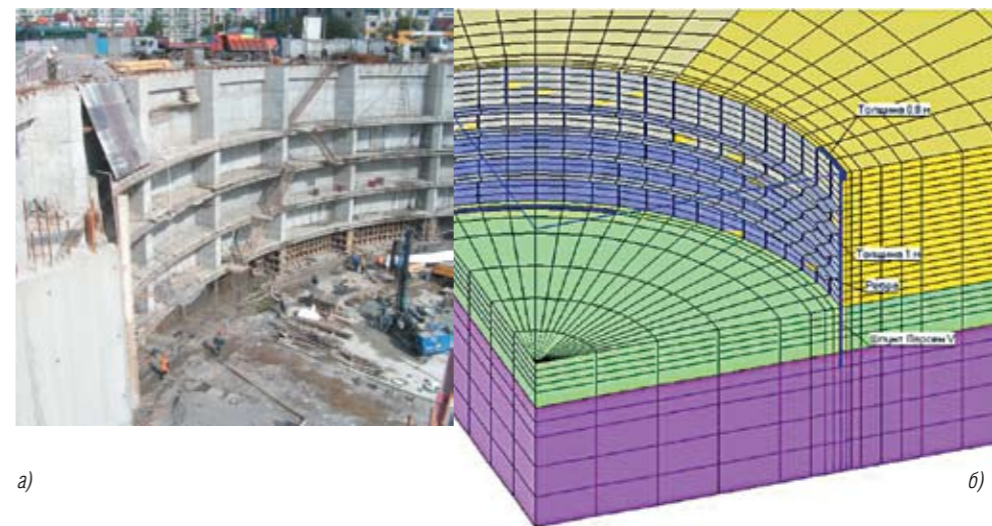
- ♦ технологические воздействия при устройстве защитных стен, ограждающих котлованы;
- ♦ технологические воздействия при экскавации грунта;
- ♦ возможное изменение уровня подземных вод вокруг подземного сооружения;
- ♦ изменение статических условий работы основания при откопке грунта.

Последний фактор риска является многокомпонентным. Он определяется близостью окружающих зданий, свойствами грунтов, жесткостью ограждающих и распорных конструкций, длительностью ведения работ и, наконец, принятой концепцией организации строительства. Проект организации строительства, который сегодня подчас трактуется весьма упрощенно, для подземного строительства становится определяющим документом. В нем содержится конкретная детальная проработка всей концепции устройства подземного сооружения — от общего порядка проведения работ до узлов крепления распорок к ограждению котлована.

Для того чтобы при столь значительном количестве факторов риска обеспечить безопасность соседней застройки, каждый из них должен быть минимальным.

Петербургские геотехнические нормы содержат базовый принцип обеспечения приемлемого риска: сумма рисков от всех факторов не должна превышать допустимого предела, определяемого либо расчетом, либо нормативным значением, приведенным в нормах на основании накопленного опыта. Мерой риска в данном случае является дополнительная деформация соседней застройки (абсолютные осадки, крены, перекосы).

Для определения деформаций, вызванных применением различных геотехнологий, нормы предусматривают либо



**Рис. 1.** Первый успешный опыт устройства объемного подземного сооружения в Петербурге по технологии «стена в грунте»:

а) — вид подземного сооружения; б) — пример расчета на стадии проектирования

применение соответствующих расчетов, либо проведение технологических испытаний.

Нам представляется, что петербургские геотехнические нормы внесли существенный вклад в сохранение исторической застройки города, поставив заслон на пути безответственного отношения к проектированию и строительству в центре. До последнего времени они успешно выполняют эту роль и в отношении подземного строительства.

Очевидно, что развитие современного мегаполиса невозможно без активного использования подземного пространства. Для такого уникального в архитектурном отношении города, как Санкт-Петербург, освоение подземного пространства является единственной возможностью сохранить исторический облик, одновременно вдохнув современную жизнь в этот «музей под открытым небом».

Однако не следует забывать о том, что ошибки при проектировании подземного сооружения намного опаснее, чем при привычном надземном строительстве. Они могут привести не только к развитию осадок и раскрытию трещин соседней застройки, но и к катастрофическим последствиям с обрушением зданий.

Ответ на такой вызов современности, как развитие подземного пространства городов, во всем цивилизованном мире дает геотехническая наука и практика. Отечественная строительная наука не финансировалась государством на протяжении двух десятилетий, поэтому странно было бы ожидать от нее готовых рецептов решения проблемы. К сожалению, привлечение зарубежных исследований и опыта также не позволяет найти готовое решение для специфических инженерно-геологических условий Петербурга. Можно вспомнить ряд примеров, когда привлечение самых известных европейских геотехнических компаний приводило к полному фиаско с разрушением соседней застройки. Достаточно назвать такие адреса, как Невский пр., 57 (гостиница «Невский Палас»), транспортно-коммерческий центр у Московского вокзала.

Таким образом, простой импорт западных геотехнологий без их адаптации к сложным грунтовым условиям региона, обречен на заведомый провал.

В данной почти безвыходной ситуации петербургские геотехники провели огромную работу по разъяснению инвесторам сложностей и рисков, связанных с подземным

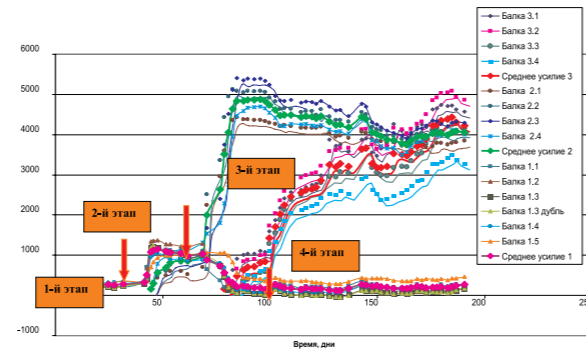
строительством. При отсутствии государственного финансирования именно на инвесторов ложится задача проведения фундаментальных исследований в области геотехники, без которых подземное строительство в городе не может быть начато. Только в последние два года эта принципиальная позиция начала приносить плоды.

Сегодня в Санкт-Петербурге под руководством авторов этой статьи развернуты беспрецедентные натурные исследования. За последние годы они проведены на следующих объектах:

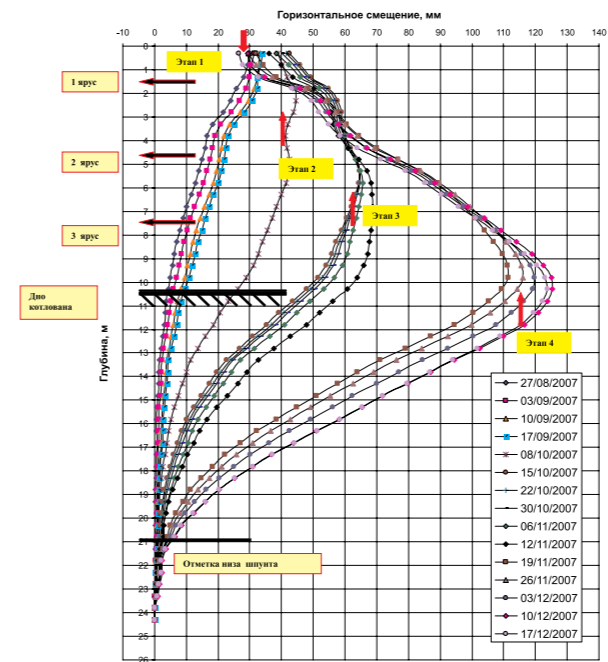
- ♦ Торгово-коммерческий центр на Комендантской площади, включающий первое в Санкт-Петербурге подземное сооружение диаметром 78 м и глубиной 18 м, успешно выполненное с применением элементов технологии «стена в грунте» (заказчик — «Адамант»; подрядчик и проектировщик — «Геоизол» и Franki; геотехническое сопровождение, включая расчетное обоснование, — «Геореконструкция-Фундаментпроект»), 2006 г.
- ♦ Участки тоннеля открытого способа ведения работ на левом берегу р. Невы для Орловского транспортного тоннеля, где впервые в Санкт-Петербурге была реализована монолитная «стена в грунте» из захваток таврового сечения (координатор работ — ПСО «Система ГАЛС», подрядчик — «Геоизол», проектировщик — «Геореконструкция-Фундаментпроект»), 2006 г.
- ♦ Опытная площадка по устройству подземного сооружения глубиной 8,5 м под защитой шпунтового ограждения на участке около Московского вокзала (заказчик — «БРИЗ»; проектировщик — архитектурное бюро «Григорьев и партнеры»; геотехнические исследования — «Геореконструкция-Фундаментпроект»), октябрь 2007 г.
- ♦ Опытная площадка по устройству подземного сооружения глубиной 11,5 м под защитой шпунтового ограждения на участке строительства второй сцены Мариинского театра (заказчик — ФГУ «Северо-Западная дирекция по строительству, реконструкции и реставрации»; генподрядчик — «ГСК»; проектирование и геотехнические исследования — «Геореконструкция-Фундаментпроект»), октябрь-декабрь 2007 г.



**Рис. 2.** Опытная площадка на строительстве Мариинского театра-2 в Петербурге (2008 г.). Общий вид котлована. Эскавация выполнена до проектной отметки



**Рис. 3.** Графики развития усилий (кН) в распорных конструкциях опытного котлована, зафиксированные специальными датчиками (Мариинский театр-2)



**Рис. 4.** Графики развития горизонтальных смещений (мм) грунтового массива, по данным инклинометрических наблюдений в скважине, по мере откопки котлована

Попытки применения другой технологии — устройства ограждения котлована из буросекущихся или тангенциальных свай — закончились авариями и разборкой соседних зданий. Достаточно вспомнить такие адреса, как: Невский пр., д. 55, д. 59; Мичуринская ул., д. 8; Лиговский пр., д. 26 и д. 30, а также недавнюю аварию дома Мурузи на Литейном пр., который, к счастью, удалось сохранить. Во всех случаях причиной аварий соседних зданий являлось избыточное извлечение грунта при сооружении свай, которого особенно трудно избежать при изготовлении стенки из буросекущихся свай.

Технология высокочастотного безрезонансного вибропогружения шпунта тщательно апробирована и отлажена в инженерно-геологических условиях Санкт-Петербурга, а затем в НПО «Геореконструкция-Фундаментпроект». Эти исследования показывают, что при постоянном активном мониторинге с контролем за параметрами колебаний вибропогружение возможно даже на сравнительно небольших расстояниях от соседней застройки.

Однако шпунтовое ограждение, несомненно, не может конкурировать с монолитной «стеной в грунте» по жесткости. Например, привычный шпунт типа «Ларсен V» эквивалентен по жесткости железобетонной «стене в грунте» толщиной всего 40 см, что явно недостаточно для ограждения глубоких котлованов. Увеличение сечения шпунтовых элементов приводит к повышению динамических воздействий при их вибропогружении, что увеличивает риск для окружающей застройки. Указанные обстоятельства обуславливают определенные ограничения применения шпунтового ограждения для глубоких котлованов.

Шпунтовое ограждение оказывается неэффективным на расстояниях до окружающих зданий меньше одной-полутора глубин котлована даже при частой установке уровней распорных креплений по глубине.

Как показывают выполненные нами теоретические и натурные исследования, по мере откопки котлована с установкой распорных креплений наибольшие деформации происходят ниже уровня откопки, т. е. там, где установка распорок

ство обеспечивается тщательным соблюдением технологии и применением современного оборудования (рис. 1).

Дальнейшим шагом по отладке технологии «стена в грунте» стало устройство участка Орловского тоннеля на левом берегу Невы, выполняемого открытым способом. Эта площадка нетипична для Санкт-Петербурга по инженерно-геологическим условиям. Ее особенностью является более чем 20-метровая толща песков, залегающих с поверхности. Но для отладки технологии «стена в грунте» она весьма удобна: по всему миру существует богатый положительный опыт строительства в таких грунтовых условиях. Кроме того, в этих условиях все дефекты ограждающей конструкции наглядно проявляются в виде протечек. Данная площадка была чрезвычайно полезной для обучения персонала, подбора плотности бентонитового раствора, уточнения нюансов технологии.

Одновременно с адаптацией технологии «стена в грунте» на двух площадках (у Московского вокзала и у Мариинского театра) проводились широкомащтабные натурные исследования поведения массива слабых глинистых грунтов при откопке котлована. Инженерно-геологические условия обеих площадок характерны для исторической части города.

Ограждение опытных площадок было выполнено из металлического шпунта. Вдоль шпунта и в 15-метровой зоне вокруг него была установлена контрольно-измерительная аппаратура, позволяющая фиксировать вертикальные и горизонтальные смещения шпунта, дневной поверхности и массива грунта по глубине, следить за уровнем грунтовых вод и за величинами напряжений в распорных креплениях, устанавливаемых по мере послойной откопки котлована (рис. 2, 3).

По объему и полноте такие натурные исследования являются уникальными для отечественной геотехнической практики и соответствуют передовому уровню мировых геотехнических исследований.

Прежде всего натурные исследования позволили убедиться в корректности расчетных прогнозов поведения шпунтового ограждения в условиях слабых грунтов.

Идея устройства ограждения котлованов из шпунта весьма привлекательна для отечественных строителей. В арсенале подрядчиков имеется большой выбор высокочастотных безрезонансных вибропогружателей. На строительном рынке имеется широкий ассортимент шпунтовых свай различного профиля. Можно сказать, что еще год-два назад шпунтовому ограждению не было реальных альтернатив.

♦ Опытная площадка по исследованию влияния «стены в грунте», устраиваемой вплотную к существующим расселенным зданиям, на участке по Зоологическому пер. (заказчик — СК «Возрождение Петербурга», подрядчик — «Геоизол», геотехнические исследования — «Геореконструкция-Фундаментпроект»), декабрь 2007 г. — январь 2008 г.

Выбор площадки для проведения исследований осуществлялся нами таким образом, чтобы заведомо исключить влияние эксперимента на эксплуатируемые здания и сооружения и тем самым исключить риск для жителей.

Очень важно в методологическом плане отметить последовательность проведенных исследований, с постепенным усложнением геотехнических задач.

При устройстве подземного сооружения на Комендантской площадке над всеми участками проектирования и строительства довел опыт устройства по соседству с площадкой «стены в грунте» при строительстве вестибюля метро, который был не вполне удачным и строился более трех лет. Основная проблема заключается в обеспечении устойчивости проходки под защитой бентонитового раствора. Поэтому по инициативе фирмы Franki было принято решение использовать тяжелый бентонито-цементный раствор для удержания стенок выработки с плотностью до 1,5 т/м<sup>3</sup>. Закономерным следствием такого решения явился отказ от бетонирования проходки по причине вероятности перемешивания бетона с раствором.

Роль железобетонной конструкции защитной стенки исполнял металлический шпунт, погружаемый в бентонито-цементный раствор. Реализованный вариант гарантированно обеспечил устойчивость проходки и сплошность ограждения. Однако он был лишен такого важного преимущества монолитной «стены в грунте», как ее высокая жесткость.

Подземное сооружение было удалено на расстояние более 50 м от соседних зданий и поэтому не представляло для них опасности. Инструментальные исследования с помощью системы инклинометров подтвердили, что такое ограждение обладает существенной деформативностью и непригодно для строительства в условиях плотной городской застройки.

Внутри ограждения котлована с исходной поверхности была устроена опытная захватка, в которой «стена в грунте» была выполнена в строгом соответствии со стандартной технологией. Визуальное освидетельствование этого фрагмента при откопке котлована доказало, что «стена в грунте» принципиально выполнима в слабых глинистых грунтах. Ее каче-

еще невозможна (рис. 4). Эффективным решением этой проблемы является превентивное устройство распорного диска на необходимой глубине в массиве грунта посредством струйной технологии (jet grouting). Именно такое решение реализуется в настоящее время на площадке строительства второй сцены Мариинского театра.

Натурные исследования поведения массива грунта на опытных площадках позволили впервые в отечественной практике инструментально зафиксировать реальное поведение массива петербургских слабых глинистых грунтов при откопке котлована. На основании этих исследований разработаны методы, позволяющие наиболее адекватно прогнозировать работу системы «массив грунта — ограждение котлована — соседние здания». На основании результатов исследований был разработан проект строительства подземной части Мариинского театра-2. Значение этих результатов исследования не ограничивается только данным объектом, а открывает перспективу для успешного освоения подземного пространства города в целом.

Одним из наиболее значимых результатов исследований стало выявление закономерностей работы грунтов ненарушенной структуры природного сложения. Со всей очевидностью было доказано, что под нагрузкой поведение образцов грунта ненарушенной структуры, отобранных вручную из котлована, существенным образом отличается от образцов, добытых из скважин при сложившейся практике изысканий. Наличие природной структуры наглядно проявляется даже для грунтов, консистенцию которых традиционно относят к текучей. При трехосном нагружении они претерпевают хрупкое разрушение при деформациях в несколько процентов с образованием плоскости скольжения (вместо привычного деформирования в виде бочки для образцов, взятых из скважин). Примечательно, что такое поведение грунта вполне соответствует представлениям зарубежной геотехнической школы о поведении слабых глинистых грунтов. Отмеченное обстоятельство свидетельствует о существенном дефекте сложившейся отечественной практики изысканий, при которой в отсутствие специальных грунтоносков при отборе образцов полностью утрачивается природная структура грунта, т. е. не реализуются резервы характерных петербургских грунтов.

Логическим продолжением исследований в этом направлении стала еще одна опытная площадка (в Зоологическом пер.), где изучалось влияние технологии «стена в грунте» на соседнюю застройку. Следует с сожалением признать, что до недавнего времени исследования новых геотехнологий происходили преимущественно по свежим следам допущенных строителями и проектировщиками ошибок. Заложниками таких недобросовестных экспериментаторов становились жители соседних зданий.

Постановка натурального эксперимента в Зоологическом пер. отличалась от этого самым существенным образом. В качестве «подопытных» зданий использовались расселенные и предназначенные к сносу строения. Между ними, в плотном примыкании к их стенам, была устроена опытная площадка. На площадке исследовалось влияние технологии устройства стены в грунте на соседние здания при различной конфигурации захваток. Следует подчеркнуть, что искусственно созданные условия, эквивалентные воздействию на массив грунта реальных зданий, практически невозможно. Опыта такого моделирования фактически нет в мировой геотехнической практике.

Защитная стена в грунте выполнялась на расстоянии 1,8 м от существующих многоэтажных зданий. Устраивались захватки различной формы в плане: крестообразные по углам площадки, плоские — в примыкании к одному из домов и тавровые — в примыкании к другому (рис. 5).

При устройстве стены в грунте в нескольких захватках были встречены валуны, потребовалось их дробление долотом



Рис. 5. Вид опытной площадки после откопки котлована (Санкт-Петербург, Зоологический пер., 2–4)

и извлечение. Таким образом, на опытной площадке имел место целый комплекс самых неблагоприятных условий: плотная застройка на значительной толще слабых структурно неустойчивых глинистых грунтов и наличие валунов в отложениях морены. Тем не менее результат оказался вполне обнадеживающим. В процессе устройства «стен в грунте» осадки соседних зданий составили всего 18 мм, что не превышает допустимого уровня деформаций по территориальным нормам. Горизонтальные смещения грунта были невелики (рис. 6).

Откопка опытного котлована на глубину 10 м в толще слабых грунтов позволила установить, что качество «стен в грунте» вполне соответствует международным требованиям к такого рода конструкциям. Важно отметить, что на данной площадке впервые в слабых глинистых грунтах Санкт-Петербурга были выполнены захваты таврового сечения. Несмотря на то, что их изготовление сопряжено с большей длительностью работ и большим риском вывала грунта во внутренних углах сечения внутри проходки, влияние на соседние здания, по данным измерений, было сопоставимым с захваткой плоского сечения. Это открывает возможность применения в проектировании подземных сооружений малодеформируемых «стен в грунте» с контрфорсами. Жесткость такой конструкции при толщине стенки 800 мм и вылете контрфорса 2,5 м эквивалентна плоской стене толщиной 2,5 м.

Таким образом, перед проектировщиками и подрядчиками, благодаря данным исследованиям, открываются широкие перспективы освоения подземного пространства с применением целого спектра современных технических решений, позволяющих создавать жесткие ограждающие конструкции.

Тем не менее следует предостеречь от излишне поспешного увлечения подземным строительством.

Предстоит достаточно сложный путь по освоению проектировщиками предложенной нами методологии расчета

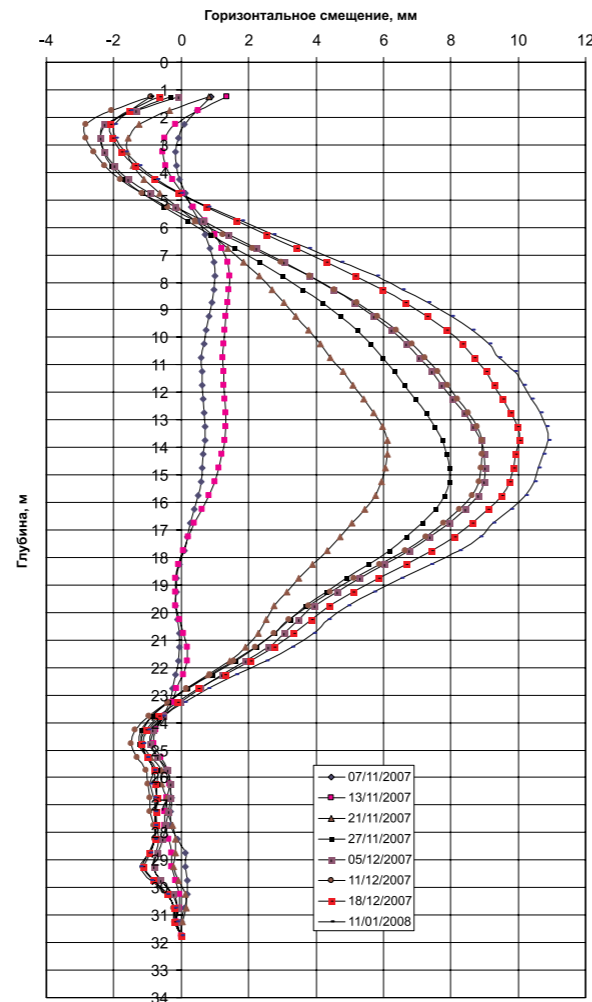


Рис. 6. Горизонтальное смещение массива грунта, по данным измерений в инклинометрической скважине 1 в направлении, перпендикулярном направлению устраиваемой «стены в грунте» (Санкт-Петербург, Зоологический пер., 2–4)

и проектирования подземных сооружений с учетом их возможного взаимодействия с соседней застройкой. Предстоит коренное изменение сложившейся практики проведения инженерно-геологических изысканий в направлении тщательного отбора образцов грунта ненарушенной структуры и проведения лабораторных исследований, отражающих реальную работу массива грунта. Подрядным организациям придется повторить тот же сложный путь обучения работе в условиях слабых грунтов, который уже пройден лидерами, прежде всего геотехнической фирмой «Геоизол». Без этого освоение подземного пространства города останется несбыточной мечтой или опасной авантюрой.

Представляется очевидным, что в расчетах при проектировании подземных сооружений, возводимых открытым способом в условиях городской застройки, необходимо использовать современные методы численного моделирования всей системы «грунт — фундамент — надземные конструкции». Это позволит оценить степень риска на всех этапах реализации проекта и обеспечить безопасность окружающих строений. Сопоставление данных фактических наблюдений с полученными расчетным путем позволит вносить коррективы в проект, а геотехнический мониторинг превратится в активный инструмент по минимизации риска.

Общество с ограниченной ответственностью

# ТПК

www.tpk-stroy.ru

## ШПУНТ ЛАРСЕНА

Шпунт Л-4,  
Шпунт Л-5,  
Шпунт Л5-УМ,  
Шпунт Arcelor,  
Шпунт НSP, 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>

**ИНТЕРСТРОЙЭКСПО**  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ

**Ведущие строительные выставки России!**

**13-16 апреля 2011**  
Санкт-Петербург, ВК «Ленэкспо»

В рамках форума:  
**IBC** МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Оргкомитет: Тел.: +7 812 380 60 14  
+7 812 380 60 04  
Факс: +7 812 680 60 01  
E-mail: [interstroyexpo@primexpo.ru](mailto:interstroyexpo@primexpo.ru)

Деловой партнер: **СТРОИТЕЛЬНЫЙ**

Генеральный медиа-партнер: **Стройка**

Генеральный информационный партнер: **Спец**

Генеральный стратегический партнер: **ВЕСТНИК**

Интернет-партнер: **СН**

При содействии:

[www.interstroyexpo.com](http://www.interstroyexpo.com)

## 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](mailto:marketing@ozsm.ru)  
[www.ozsm.ru](http://www.ozsm.ru)



Санкт-Петербург, 27–29 октября 2010 г.

**Международная научно-практическая конференция  
 «ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ  
 В ПРОМЫШЛЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ»**

- »» Преимущества геосинтетиков при строительстве гидротехнических сооружений и промышленных объектов.
- »» Технологии работы с геосинтетиками.
- »» Качество материалов: нормативы, критерии и методы оценки.
- »» Профессиональная компетентность в работе с геосинтетиками.
- »» Надежность и безопасность сооружений. Опыт строительства и эксплуатации.

**В программе конференции:**

- Выступления ведущих специалистов
- Презентации от крупнейших производителей мирового уровня
- Семинар, посещение объектов
- Дискуссии, «круглый стол»
- Экскурсия «Вселенная воды» (Музей воды, Санкт-Петербург)

**Организаторы:**

ООО «Строительная Компания «ГИДРОКОР»  
 Журнал «ГИДРОТЕХНИКА» (издательство «Тандем»)

**При поддержке и участии:**

Государственный политехнический университет СПб  
 ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева  
 SOLMAX International Inc. (Канада)  
 GSE Lining Technology GmbH (Германия)  
 NAUE GmbH&Co.KG (Германия)

**Контакты:**

+7 (812) 313-74-32, post@gidrokor.ru, Ольга Лапина  
 +7 (812) 712-90-48, info@hydroteh.ru, Татьяна Ильина


**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕРМЕТИЗАЦИИ  
 ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**


**Шибяев С. Ю.,**  
 технический директор направления  
 «Ремонт и защита бетона» ООО «Эм-Си Баухеми Раша»

Высокие прочностные показатели, технологичность и экономичность сделали железобетон основным конструктивным материалом при строительстве гидротехнических сооружений различного назначения. Но при изготовлении бетонных конструкций невозможно полностью избежать появления трещин даже при полном соблюдении технологии выполнения работ. А тем более при наличии проектных ошибок или при нарушениях технологии выполнения бетонных работ.

Типичными примерами таких дефектов являются холодные швы (рис. 1) и пустоты в теле бетона. В процессе эксплуатации в конструкции под действием различных внешних воздействий могут возникать новые трещины (рис. 2), пустоты — вследствие процессов вымывания бетона, а также нарушения в гидроизоляционных слоях, в местах пропуска трубопроводов и в деформационных швах. Так как бетон в гидротехнических сооружениях находится в постоянном контакте с водой, то наличие таких дефектов приводит к постоянной фильтрации воды через конструкцию, что снижает как качественные показатели бетона, так и часто нарушает нормальную эксплуатацию конструкции.

Грамотно решить проблему герметизации сооружения и обеспечить его долговечную защиту позволяют технологии инъектирования железобетонных конструкций. Суть технологии инъектирования заключается в подаче под давлением инъекционного материала в строительный элемент. Успех инь-

ектирования во многом зависит от правильно выбранного материала и технологии проведения работ.

Водонесущие трещины инъектируются, как правило, с помощью установки буровых пакеров, которые механически закрепляются в просверленных шпурах. Пробуренные шпуры служат также в качестве каналов инъектирования, пересекающих трещину. Если шпуры направлены к трещине под углом 45°, а их отступ от трещины соответствует половине ее глубины, то можно с достаточной долей вероятности предположить, что они пересекут трещину на половине ее глубины. Шаг шпуров между собой должен также соответствовать половине толщины конструкции (рис. 3). Инъектирование через пакеры производится, как правило, от нижней точки к высшей или, при горизонтальном расположении, в однозначной последовательности до тех пор, пока материал не начнет выходить через соседний пакер. Выход материала указывает на заполнение трещины материалом между пакерами.

Пустоты инъектируются через буровые или забивные пакеры. Их расположение на плоскости осуществляется в виде растровой сетки над местом повреждения (рис. 4). Необходимая глубина шпуров устанавливается в зависимости от характера повреждения, а иногда подбирается на месте. Давление в ходе инъектирования пустот должно ограничиваться строже, чем при инъектировании трещин, чтобы не допустить



**Рис. 1.** Холодные швы в бетонных конструкциях



**Рис. 2.** Трещины на нижней стороне перекрытия



Рис. 3. Расположение буровых пакеров

избыточного давления материала внутри строительного элемента.

Системы герметизации неплотных стыков и трещин должны воспринимать деформации в поврежденной области. Для герметизации бетонных сооружений эластичными материалами наиболее успешно применяются инъекционные смолы на полиуретановой основе. Наличие влаги в конструкции приводит к побочной реакции, которая сопровождается выделением двуокиси углерода и образованием воздушных пор в структуре смолы. Получается эластичное заполнение трещин с закрыто-пористой структурой. Различают две основные группы продуктов: полиуретановые эластомерные смолы (PUR) и полиуретановые эластомерные пены (SPUR).

Эластомерные смолы на полиуретановой основе позволяют герметизировать трещины и пустоты на длительный срок независимо от их влажного состояния. Для этого необходимо использовать эластичные инъекционные смолы с низкой вязкостью, не содержащие растворителей. Только таким образом можно обеспечить длительную герметизацию. Долговременные наблюдения и лабораторные исследования позволяют оценить срок службы проверенных эластичных смол на протяжении не менее 100 лет.

Качество заполнения зависит от вязкости смолы в момент применения. Идеально использование материалов с вязкостью менее 100 мПа·с. С помощью таких низковязких эластичных смол можно заполнять трещины с ширины раскрытия от 0,1 мм. Следует учитывать, что у всех полимерных инъекционных материалов вязкость начинает возрастать сразу после смешивания компонентов. Время работы с инъекционными смолами обусловлено подъемом их вязкости и ограничено достижением вязкости примерно 1000 мПа·с. Избежать влияния временного фактора при работе с инъекционными смолами можно, используя двухкомпонентное оборудование. При использовании двухкомпонентных инъекционных насосов компоненты смолы до входа в конструкцию подаются раздельно. В этом случае смешивание и начало реакции смолы происходит внутри конструкции. Это позволяет



Рис. 5. Береговой водосброс СШГЭС

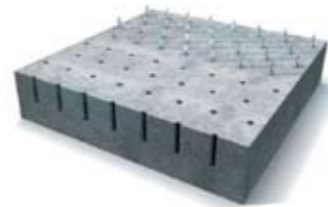


Рис. 4. Растровое расположение пакеров

проинжектировать требуемое количество материала и обеспечить его наибольшее проникновение независимо от времени жизни.

В то время, как полиуретановые смолы (PUR) обеспечивают длительную герметизацию конструкции, пены на основе эластомерных смол (SPUR) служат только для временного сокращения водопритока при напорной воде. Эластомерные пены образуют в очень короткое время после контакта с водой при большом увеличении объема тонкоячеистую открыто-пористую массу. Открыто-пористая структура пены ограничивает водоприток только временно. Следующим шагом после остановки воды необходимо провести инжектирование в открыто-пористую пену эластичной смолы (PUR).

При строительстве и ремонте гидротехнических сооружений эластомерные смолы заняли свое достойное место. Они доказали эффективность как при инжектировании трещин, так и при заполнении стыков с незначительным изменением ширины.

Многолетняя практика компании MC-Bauchemie подтверждает технически и экономически успешное применение полиуретановых смол для герметизации гидротехнических сооружений. Среди таких объектов самая крупная в мире плотина Итайпу (Бразилия). На этой плотине вода под давлением проникала в галерею через трещины в бетонных стенах. В 2001 году с помощью инъекции полиуретановой пены MC-Injekt 2033 вода была остановлена, а затем инъекцией полиуретановой смолы MC-Injekt 2300 NV произведена долговременная герметизация трещин.

В России данная технология применяется для инжектирования трещин в обделке туннеля берегового водосброса Саяно-Шушенской ГЭС. Здесь используется полиуретановая смола MC-Injekt 2300 plus, позволяющая эффективно работать с использованием двухкомпонентного насоса.

При ремонте нарушений наружной гидроизоляции конструкций, герметизации стыков и деформационных швов наиболее эффективно применение гидроструктурных смол. Для инжектирования гидроструктурных смол принципиально



Рис. 6. Производство работ по инжектированию на СШГЭС



Рис. 7. Двухкомпонентная инъекционная система гидроструктурных смол

может приниматься минимальная ширина раскрытия трещин менее 0,1 мм. Гидроструктурные смолы на акрилатной основе обнаруживают очень низкую вязкость — примерно 5–30 мПа·с. Это позволяет им проникать в те места, куда может проникнуть вода. Под давлением гель замещает воду в нарушенной структуре. Распространение материала ограничивается скоростью реакции компонентов системы. Быстрая и, в общем, хорошо управляемая реакция полимеризации, высокая эластичность и ограниченный прирост объема при контакте с водой — это сильные стороны гидроструктурных смол. Продукты с выраженной гидроструктурой, которые содержат большей частью физически связанную воду, реагируют на изменение окружающей влажности. Поэтому для постоянства объема должна обеспечиваться постоянно влажная среда с водородным показателем (рН) от нейтральной до ограниченно щелочной. После окончания реакции гидроструктурные смолы водонепроницаемы.

Для решения специальных задач инжектирования, когда имеется только односторонний контакт строительной конструкции с водой и при инжектировании против высокого напора воды, предлагается более надежное решение на основе усиленной полимером гидроструктурной смолы. Использование полимерной дисперсии в качестве связующего элемента в гидроструктурных смолах позволяет получить материал с улучшенными механическими качествами и более высокой плотностью. Применение двухкомпонентного насоса является одним из условий для использования описанных преимуществ (рис. 7).

При ремонте гидротехнических сооружений эффективно применяется, к примеру, материал MC-Injekt GL 95 с вязкостью около 5 мПа·с и полимермодифицированная гидроструктурная смола MC-Injekt GL 95TX с вязкостью около 30 мПа·с (рис. 8).

В качестве примера применения данных материалов можно привести ремонт плотины Нойштадт (Германия) в 2000 году. В теле плотины имелись протечки воды в области оголовка плотины. Инъекция производилась через верхние слои железобетонных блоков, и протечки воды были остановлены. Кроме этого, были соблюдены все требования относительно контакта материала с питьевой водой.

Решение нескольких проблем было выполнено на плотине Кадра, штат Карнатака (Индия), в 2005 году. На наружных стенах машинного зала наблюдались большие протечки воды и образование большого количества солей выщелачивания.



Рис. 8. Заполнение швов гидроструктурной смолой MC-Injekt GL 95TX

Трещины и протечки воды в машинном зале были устранены полиуретановыми смолами MC-Injekt 2033, MC-Injekt 2300 NV. А между внешней стороной бетонной стены и грунтом была выполнена эластичная мембрана с помощью гидроструктурного геля MC-Injekt GL 95 TX.

В настоящее время гидроструктурные гели MC-Bauchemie применяются на ремонтируемых гидротехнических сооружениях Волго-Балтийского канала.

Современные инъекционные технологии позволяют устранять широкий спектр дефектов при ремонте железобетонных конструкций гидротехнических сооружений. Наряду с выбором подходящего для конкретного случая инъекционного материала и оптимальных параметров продукта успех инжектирования зависит от применяемой технологии инжектирования, системы пакеров и шлангов, насосной техники, давления инжектирования, соблюдения последовательности работ, проверки эффективности и т. д., а также профессиональной компетенции исполнительного персонала. Специалисты компании MC-Bauchemie Russia обладают высокой компетенцией в области применения инъекционных систем, которая позволяет решать самые сложные задачи на строительных объектах.



ООО «Эм-Си Баухеми Раша»

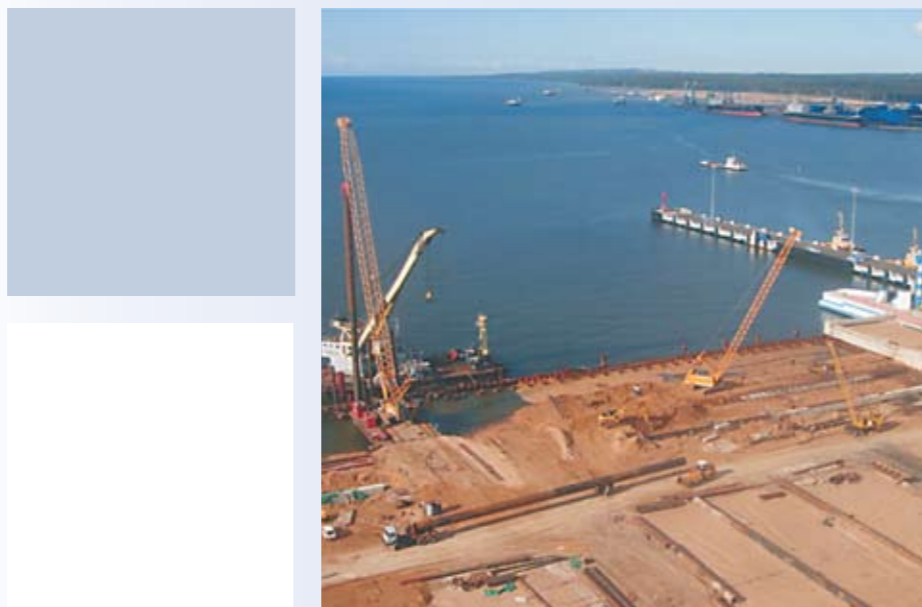
Совместное российско-германское предприятие MC-Bauchemie Russia — один из ведущих производителей сухих строительных смесей в России. Компания создана в 2001 году. Продукция и технологии MC-Bauchemie Russia представляют собой системы, предназначенные для комплексного решения строительных задач любой сложности. Ассортимент продукции представлен тремя основными направлениями:

- ПЛИТОНИТ (сухие строительные смеси);
- Construction Chemicals (добавки для бетонов);
- Protection Technologies (системы продуктов для защиты и ремонта бетонных поверхностей).

Тел.: 8-800-555-0605, (812) 327-4445

Факс (812) 331-9397

info@mc-bauchemie.ru, www.mc-bauchemie.ru



## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАЙОНОВ ПОДВОДНЫХ ОТВАЛОВ ГРУНТА В НЕВСКОЙ ГУБЕ

**Зайцев В. М.,**  
директор Балтийской дирекции по техническому обеспечению  
надзора на море

**Клеванный К. А.,**  
д. ф.-м. н., ведущий специалист ГУСПБ Центра  
по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

**Лукьянов С. В.,**  
к. ф.-м. н., директор Морского института РГГМУ

**Рябчук Д. В.,**  
к. г.-м. н., старший научный сотрудник ВСЕГЕИ

**Спиридонов М. А.,**  
д. г.-м. н., профессор, зав. отделом региональной  
геоэкологии и морской геологии ВСЕГЕИ

**Шилин М. Б.,**  
д. г. н., профессор РГГМУ и СПбГПУ,  
главный специалист ООО «Нефтегазгеодезия»

Интенсивность сброса грунта, извлекаемого при осуществлении гидротехнических проектов, в подводные отвалы восточной части Финского залива в последние 4 года крайне неравномерна. В отвалы Северной и Южной Лахты сбрасывался грунт, изъятый при реконструкции фарватеров вблизи восточных берегов Невской губы и при реализации первой очереди проекта «Морской фасад» (пассажирский порт Санкт-Петербурга). Динамика сброса грунта выглядит следующим образом:

2005 г.	1,233195 млн м <sup>3</sup>
2006 г.	12,199286 млн м <sup>3</sup>
2007 г.	7,533176 млн м <sup>3</sup>
2008 г.	0,425794 млн м <sup>3</sup>

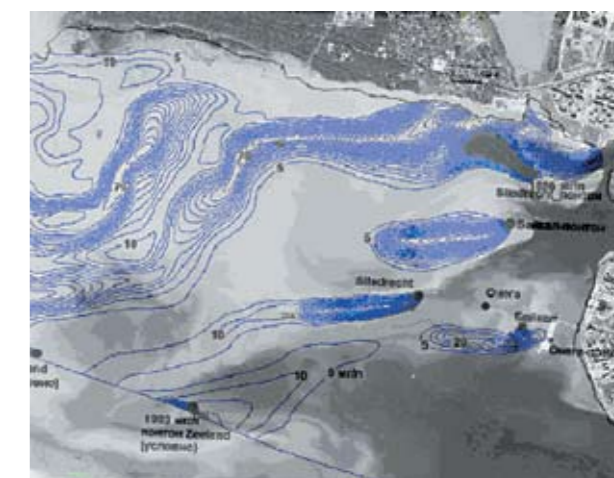
Всего за 4 года сброшено 21,391451 млн м<sup>3</sup>. Сброс грунта производился с помощью пульпопроводов, оборудованных специальными рассеивателями для равномерного распределения сбросов по площади. Это более экономичный способ, чем перевозка шаландами, но менее приемлемый с точки зрения экологии именно для данного района, который является транзитной зоной эстуария Невы. Взмученные легкие фракции глинистого грунта распространялись со шлейфами мутных вод далеко от зоны сброса, благодаря чему зона рассеивания на порядки превысила площадь отвалов. Кроме того, в изначально мелководных отвалах Северной и Южной Лахты появились зоны переполнения (уменьшения глубин менее проектной отметки), которые представляют собой опасность для судоходства. Оценка остаточной емкости отвалов чрезвычайно затруднительна, поскольку значительная и не поддающаяся учету часть сбросов рассеивалась на площади около 100 км<sup>2</sup>. Сопоставление данных моделирования распространения шлейфа мутных вод со спутниковым снимком представлено на **рис. 1**.

С учетом изложенных фактов остаточная емкость отвалов определялась на основании сравнения фактических глубин с проектной минимальной остаточной глубиной. Показано, что наиболее критичными являются мелководные зоны, попадающие в границы отвалов. В частности, в районах Северной и Южной Лахты минимальная глубина не должна быть меньше 2 м относительно нуля Балтийской системы. С учетом необходимой рекультивации поверхностных

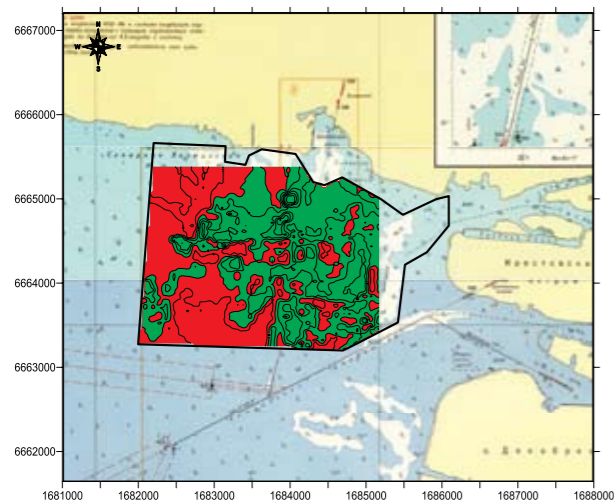
донных отложений в районе отвалов после прекращения их эксплуатации для предотвращения вторичного взмучивания необходимо оставить около 1 м для засыпки грунтами с высоким содержанием тяжелых фракций (например, песка). Остаточная глубина для районов Северной и Южной Лахты определена как 3 м.

По результатам измерений построены карты-схемы подводных отвалов грунта в Северной и Южной Лахте (**рис. 2–3**).

Промеры выполнялись попутно при проведении съемки гидролокатором бокового обзора (ГЛБО), позволяющим получить изображение поверхности дна, по которому можно судить о его динамике и выявлять зоны сброса. Съемка выполнялась в течение рабочего дня, поэтому для привязки промеров к Балтийской системе взяты отметки уровня в устье Невы в начале и в конце рабочего дня. Для сглаживания взят средний уровень между максимумом и минимумом за день. В соответствии с этими значениями построены карты разности глубин между фактической глубиной места и отметкой –3 м. Изолинии проведены через 1 м. Жирно

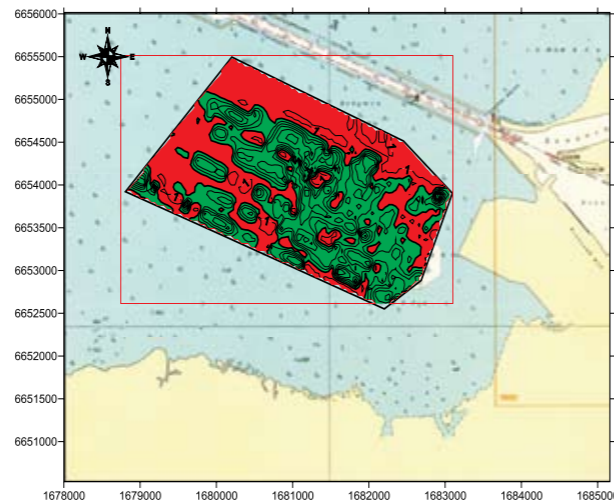


**Рис. 1.** Изолинии расчетного поля мутности в 09 час GMT 11 сентября 2006 г., совмещенные со снимком. Показаны положения земснарядов на 11.09.2006



2584311 м<sup>3</sup> — объем грунта, превышающий уровень в 3 м (переполнение)  
3763657 м<sup>3</sup> — свободный объем до уровня в 3 м

**Рис. 2. Отвал грунта в Северной Лахте. При превышении уровня на 34 см (11 октября 2009 года на 14:00 МСК)**



1941851 м<sup>3</sup> — объем грунта превышающий уровень в 3 м (переполнение)  
6882279 м<sup>3</sup> — свободный объем до уровня в 3 м

**Рис. 3. Отвал грунта в Южной Лахте. При превышении уровня на 40,5 см (1 октября 2009 года на 14:00 МСК)**

проведена нулевая изолиния, соответствующая глубине 3 м. Красным цветом выделены зоны переполнения с глубинами менее 3 м, зеленым — зоны, в которых глубины — более 3 м.

Как видно из рис. 2–3 и табл. 1–2, районы переполнения заданной отметки глубин и остаточной емкости отвалов распределены крайне неравномерно. Оба отвала расположены в зонах котлованов, где ранее велась добыча песка для намыва городских территорий и строительства. Подобное расположение отвалов экологически обосновано и является частью программы рекультивации после прекращения изъятия песка.

**Табл. 1.** Расчет переполнения и остаточной емкости отвала в Северной Лахте (округление до 1 тыс. м<sup>3</sup>)

Отметка уровня	Объем переполнения в границах отвала (глубины менее 3 м), млн м <sup>3</sup>	Остаточная емкость в границах отвала (глубины менее 3 м), млн м <sup>3</sup>
+41 см	2,786	3,520
+34 см	2,884	3,763
+27 см	2,393	3,015

**Табл. 2.** Расчет переполнения и остаточной емкости отвала в Южной Лахте

Отметка уровня	Объем переполнения в границах отвала (глубины менее 3 м), млн м <sup>3</sup>	Остаточная емкость в границах отвала (глубины менее 3 м), млн м <sup>3</sup>
+39 см	1,898	6,941
+40,5 см	1,941	6,882
+42,0 см	1,985	6,823

В соответствии с нормативами, границы отвала включают в себя как зону сброса, так и зону рассейвания. Проведенными исследованиями показано, что если зона сброса целиком находится в границах отвала, то зона фактического рассейвания взвеси простирается далеко на запад. Площадь отвала в районе Северной Лахты на данный момент переполнена наполовину, а отвала в районе Южной Лахты — на одну треть. Расположение зон, где еще допустим сброс, имеет сложную форму; при этом как на подходе к этим зонам, так и внутри них имеются обширные мелководья и отдельные подводные холмы, которые могут представлять опасность для судоходства.

Исследования на основании ГЛБО-съемки, георадарной съемки и пробоотбора показали, что сброс грунта в отвалы происходит не только в котлованы Северной и Южной Лахты, но и на мелководных участках в границах отвалов (где глубины менее 3 м), а также за пределами границ отвалов (рис. 4, 5).

Установлено, что рельеф и осадочный покров дна в районе Северной и Южной Лахты полностью трансформированы техногенными процессами. После подводной добычи песка здесь образовались карьеры глубиной до 10–12 м и останцы песчаной толщи. В результате осуществленного в 2006–2008 годах комплекса гидротехнических работ в Невской губе на поверхности дна образовался техногенный глинистый осадок мощностью до 5 см.

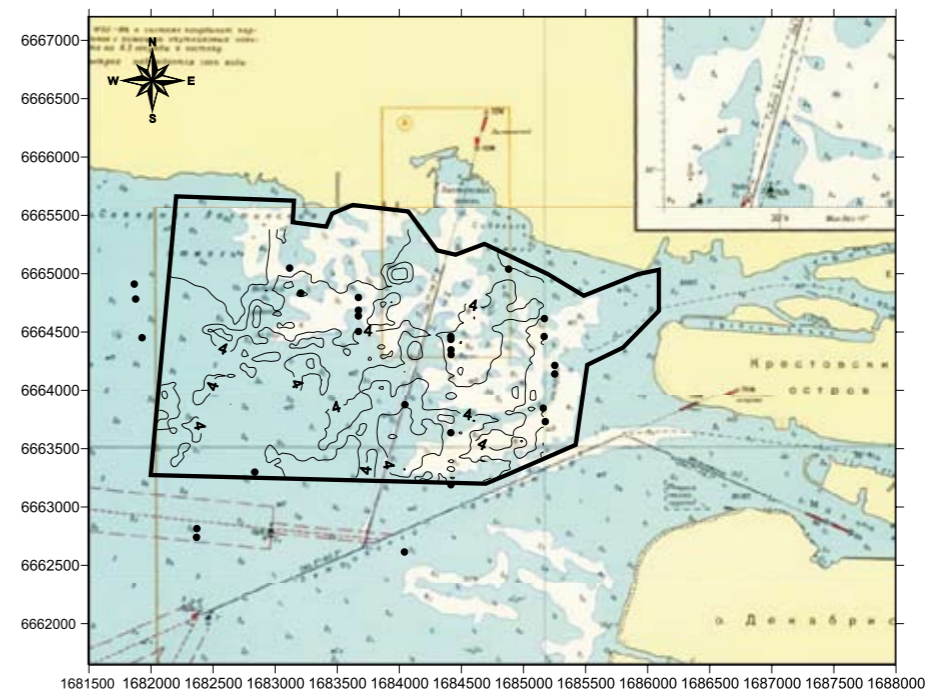
Таким образом, выявлены опасные для судоходства и недопустимые по экологическим соображениям нарушения режима эксплуатации отвалов.

Эксплуатация действующих официально зарегистрированных подводных отвалов может и должна регулироваться соответствующей нормативной документацией. Однако в районе исследований удалось выявить ряд незаконных «свалок грунта» (рис. 6, 7).

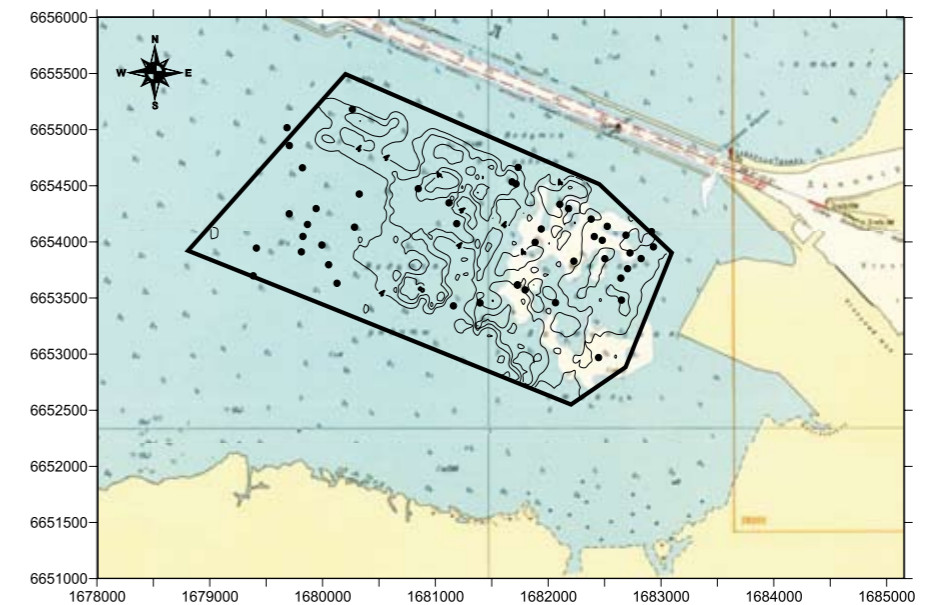
Для выявления особенностей состояния и динамики развития гидрозосистем районов сброса грунта проведена сравнительная оценка состояния основных компонентов биологических сообществ Невской губы (фито- и зоопланктон, бентос, икhtiо- и орнитофауна, прибрежные макрофиты), испытывающих различные формы и уровни антропогенной нагрузки. Установлено, что проведение гидротехнических работ, связанных с изъятием, перемещением и складированием в подводные отвалы больших объемов грунта, вызывает в гидрозосистемах стрессовые явления, проявляющиеся в изменении характеристик биотопа и перестройке биологических сообществ.

Основными изменениями биотопа являются: сокращение нерестовых и нагульных площадей для рыб; ухудшение условий размножения, питания, роста и развития гидробионтов; увеличение мутности и снижение прозрачности воды; изменение свойств донного грунта и батиметрии.

Основными стрессовыми перестройками биологических сообществ являются: снижение продуктивности и видового



**Рис. 4. Сбросы грунта на мелководье на отвале в Северной Лахте. Глубины указаны без приведения к Балтийской системе. В соответствии с приведенными ранее данными, обозначенные глубины надо уменьшить на 20–30 см**



**Рис. 5. Сбросы грунта на мелководье на отвале в Южной Лахте**

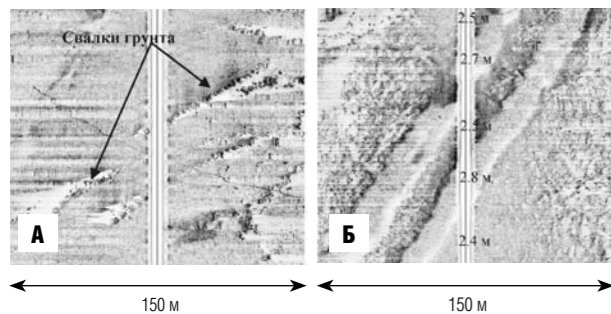
разнообразия планктона и бентоса; откочевывание в другие местообитания морских птиц; сокращение рыбных запасов. Производство дноуглубительных работ в периоды, совпадающие с нерестовыми миграциями, нерестом рыб и скатом их молоди, причиняет дополнительный ущерб рыбным запасам.

Наиболее информативным и практически удобным объектом мониторинга прибрежных акваторий для оценки воздействия складирования грунта в подводные отвалы на биологические сообщества признаны донные (бентосные) биологические сообщества, которые стабильны во времени,

характеризуют локальную ситуацию в пространстве и способны представить изменения экосистемы в ретроспективе. Сравнительно длинные жизненные циклы животных макрофауны и их незначительная, по сравнению с другими гидробионтами, сезонная динамика позволяют получать оценки интегрального состояния водоема даже по одноразовым съемкам (табл. 3).

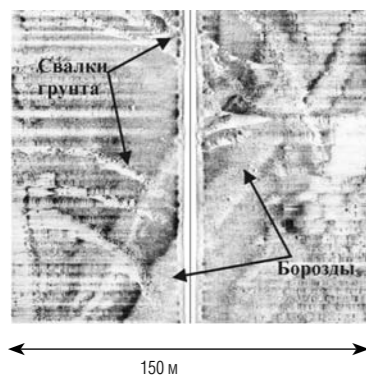
На всех точках взятия проб бентоса в районах отвалов грунта количественные показатели макрозообентоса были чрезвычайно низкими. Характерное для бентоценозов водоемов Северо-Запада увеличение биомассы в осенний пе-





А. Координаты 59 56,9535 с. ш., 29 42,7975 в. д.

Рис. 6. Подводные «свалки грунта» и борозды на дне залива. А — профиль 3; Б — профиль 2, 2008 год



Координаты: 59 56, 8083 с. ш., 29 42,8064 в. д.

Рис. 7. Борозды на дне и отвалы грунта. Профиль 1, 2008 год

риод за счет размножения, роста и снижения пресса хищников с уменьшением температуры воды не наблюдалось. Локальное увеличение биомассы на отдельных станциях не компенсировало снижения показателей на остальных участках. В целом рассмотренные районы следует характеризовать как низкопродуктивные и малокормные для рыб-бентофагов.

В ходе исследований выявлены изменения в составе, продуктивности и распространении водной и воздушно-водной растительности (прибрежных макрофитов) в зоне воздействия отвалов, происходящие в результате снижения прозрачности и эвтрофирования воды. Установлено, что

в наибольшей степени страдают заросли погруженной растительности, т. к. снижение прозрачности воды ведет к снижению фотосинтеза.

На северном берегу Невской губы в зарослях, расположенных за Ольгино, в сообществах происходит снижение доли мелколистных видов (уруть колосистая, роголистник погруженный, пузырчатка обыкновенная), которые являются основными субстратами для откладывания рыбами икры. Полностью исчез пояс рдеста продырявленного, окаймлявший ранее заросли воздушно-водной растительности в районе Ольгино — Лисий Нос. На участке Ольгино — Лисий Нос изменился состав доминирующего сообщества гидрофитов урути колосистой с содоминантами, возросла доля мхов, кладофоры, рдеста плавающего и вида-вселенца элодеи канадской. В большом количестве появились колонии сине-зеленой водоросли ностока сливовидного. Внутри зарослей воздушно-водной растительности усилились процессы заболачивания, которые вместе с осадконакоплением ведут к снижению доли погруженной растительности в составе зарослей и, как следствие, к обеднению ихтио- и орнитофауны.

На мысе Флотском в составе сообществ появились новые β-мезосапробные виды — шелковник морской, роголистник погруженный, что является показателем увеличения трофности вод в этом районе. Увеличение биогенной нагрузки вызывает цветение воды, которое приводит к снижению ее прозрачности, исчезновению отдельных видов, сокращению площадей зарослей погруженной растительности и появлению новых зарослей воздушно-водной растительности. В зоне отвалов песок заносит водные и прибрежные заросли, вызывая уменьшение площадей и продуктивности этих зарослей.

Выявлена связь между изменениями в водных и прибрежно-водных сообществах растительности и проведением различных работ в акватории Невской губы:

- до 1960-х годов — период максимального биологического разнообразия, характеризуется отсутствием масштабных строительных и дноуглубительных работ и невысокой антропогенной нагрузкой;
- с 1960 по 1997 годы — период снижения разнообразия в растительных сообществах, характеризуется проведением работ по расширению и углублению Морского канала и строительству защитных сооружений (дамбы) и повышением антропогенной нагрузки;
- 2000–2005 годы — период восстановления биоценозов, характеризуется прекращением строительных работ в акватории губы и снижением антропогенной нагрузки;

Табл. 3. Численность (N, тыс. экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (B, г/м<sup>2</sup>) макрозообентоса на акватории отвалов в сентябре-октябре 2009 г.

№№ станции	Группы организмов								Всего	
	Oligochaeta		Diptera		Mollusca		Polychaeta			
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<b>Северная Лахтинская отмель</b>										
1	1,00	1,28	—	—	—	—	—	—	1,00	1,28
2	0,12	0,20	0,04	0,08	—	—	—	—	0,16	0,28
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Средние показатели «мягкого» макрозообентоса									0,38	0,52
<b>Южная Лахтинская отмель</b>										
4	0,20	0,24	0,12	0,20	—	—	—	—	0,32	0,44
5	0,12	0,16	—	—	0,20	802,12	—	—	0,32	802,28
6	0,24	0,32	0,08	0,12	0,40	124,08	—	—	0,72	124,52
7	0,44	0,92	—	—	0,20	0,32	—	—	0,64	1,24
Средние показатели «мягкого» макрозообентоса									0,30	0,49

- современный этап — снижение биоразнообразия и продуктивности водных сообществ высших водных растений, период характеризуется работами по проекту «Морской фасад» и строительству морского пассажирского терминала, возобновлением строительства дамбы, дноуглубительными работами в Невской губе и активной застройкой берегов.

По результатам проведенных гидробиологических исследований, список показателей состояния основных биологических сообществ рекомендован для включения в «паспорт отвала».

### Выводы

Подводные отвалы грунта в Северной и Южной Лахте в настоящее время в пределах своих границ имеют значительные площади, глубина которых меньше проектных отметок. Это создает непосредственную опасность для судоходства и осложняет возможности рекультивации после прекращения эксплуатации отвалов. Суммарная остаточная емкость этих двух отвалов грунта составляет около 10 млн м<sup>3</sup>. Обнаружено 77 точек сброса грунта на естественные мелководья, как в пределах границ отвалов, так и за их пределами, где глубины заведомо меньше минимальной проектной глубины.

Обнаружены также сбросы грунта далеко за пределами плановых отвалов грунта, представляющие собой незаконные «свалки грунта», в частности в районе Бронки.

Анализ полученных материалов позволяет подтвердить тенденцию накопления тяжелых металлов в донных осадках (снижение концентрации в придонном слое по сравнению с поверхностным). В зоне расположения подводного отвала грунта на акватории дельты Невы, где способность к сорбции металлов глинистой фракцией донных осадков практически исчерпана, наблюдается процесс вторичного загрязнения вод придонного горизонта тяжелыми металлами.

Сброс грунта в отвалы Северной и Южной Лахты с применением пульпопроводов и последующего рассеивания его по площади привел к резкому увеличению зоны мутности за границы отвалов за счет перемещения взвешенных легких фракций грунта, что привело к значительному ухудшению условий природной среды, выносу грунта на прибрежное мелководье и в прибрежные защитные полосы. При средних гидрометеорологических условиях и близких к реальным характеристиках сброса грунтов в подводные отвалы Северной и Южной Лахты мутные воды непосредственно подступают к берегам.

Основные биотические компоненты исследованных гидроекосистем находятся в стрессовом состоянии, что выражается в следующем:

- для фитопланктона — доминирование сине-зеленых водорослей (цианобактерий);
- для зоопланктона — резкое снижение показателей обилия;
- для макрозообентоса — мозаичное пространственное распределение, нестабильность видового состава, случайный (несукцессионный) характер динамики.

Длительное негативное воздействие изъятия, перемещения и складирования грунта в подводные отвалы Невской губы в последние годы привело к значительной деградации водной растительности на многих участках прибрежной зоны и травяного покрова в пределах прилегающих защитных полос. Главным источником этого воздействия является вынос взвешенного материала в прибрежные защитные полосы.

Ущерб от изменений сообществ водной и береговой растительности отразился на трофической цепочке рыбохозяй-

ственного водоема за счет ухудшения качества мест нагула молоди рыб. Еще один негативный эффект — ухудшение рекреационных качеств зон отдыха (пляжей) в прибрежной полосе Финского залива.

### Предложения и рекомендации по снижению и предотвращению негативного влияния сброса грунта в подводные отвалы на состояние морской среды:

- уточнение границ и емкости существующих подводных отвалов на основе карт экологической чувствительности/уязвимости гидроекосистем Невской губы;
  - планирование объемов сбрасываемого в отвалы грунта с учетом общей ассимиляционной емкости акватории Невской губы и пределов устойчивости гидроекосистем;
  - анализ и разработка рекомендаций по альтернативным вариантам размещения и использования грунтов, извлеченных при дноуглублении, перед каждой процедурой выдачи разрешений на размещение грунтов в море — например, в соответствии с рекомендациями руководства ХЕЛКОМ 2007 г.:
    - а) строительство — формирование искусственных прибрежных территорий, пляжей, береговых террас, покровных материалов и насыпного грунта;
    - б) сельское хозяйство — создание земельных участков;
    - в) улучшение окружающей среды — реставрация и организация водно-болотных угодий, наземных мест обитаний, островов для гнездования птиц, нерестилищ рыб;
  - разработка программ альтернативных вариантов рекультивации подводных отвалов грунта (или отдельных участков), емкость которых исчерпана;
  - анализ геологической ситуации дна Невской губы с оценкой или переоценкой его потенциала для складирования (отвала) грунта;
  - разработка геолого-геофизических основ обеспечения безопасности морских подводных отвалов грунта (оперативная эколого-геологическая съемка);
  - разработка и внедрение специальных нормативов классификации донных грунтов, предназначенных для складирования в морские подводные отвалы, на основе регионального норматива, соответствующего руководству ХЕЛКОМ по размещению в море грунтов дноуглубительных работ (2007 г.);
  - разработка методики создания искусственной изолирующей стратификации и барьерных зон подводных отвалов грунта;
  - организация мониторинга состояния геологической среды в зонах подводного отвала грунта и на прилегающих площадях (в зоне предполагаемого воздействия);
  - организация системы автоматизированного контроля за перемещением донных грунтов и состоянием природной среды в зонах антропогенного воздействия в соответствии с руководством ХЕЛКОМ (2007 г.) по размещению в море грунтов дноуглубительных работ (к примеру, автоматизированный контроль при извлечении, загрузке, перемещении и сбросе донных грунтов в подводные отвалы);
  - создание сети автоматических морских станций по наблюдениям за морским волнением, течениями и мутностью воды в зонах морских отвалов и в прилегающих районах особой экологической чувствительности.
- Необходимо привести во взаимное соответствие федеральные законы, регулирующие дноуглубительные работы и размещение грунтов в море, как между собой, так и с руководством ХЕЛКОМ (2007 г.) по размещению в море грунтов дноуглубительных работ.

## ООО «ЭКО-ЭКСПРЕСС-СЕРВИС»

ОПЫТ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К ПРОЕКТИРОВАНИЮ, ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, НАУКЕ, ПРОИЗВОДСТВУ И ПОДГОТОВКЕ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ В КРУПНОЙ КОММЕРЧЕСКОЙ КОМПАНИИ



**Жигульский В. А.,**  
к. т. н., директор ООО «Эко-Экспресс-Сервис»

ООО «Эко-Экспресс-Сервис» входит в группу компаний «ЭКО», является действительным членом Санкт-Петербургской торгово-промышленной палаты, входит в Ассоциацию экологического партнерства при Санкт-Петербургской торгово-промышленной палате. Организация имеет широкую известность и достойную репутацию, является победителем 2-го и 3-го всероссийских конкурсов «Лидер природоохранной деятельности России — 2006, 2007», победителем 9-го всероссийского конкурса «1000 лучших предприятий и организаций России — 2008» и еще ряда других.

Основная деятельность компании связана с экологическими и природоохранными аспектами гидротехнических работ, среди которых крупнейшие проекты федерального уровня, осуществляемые ФГУП «Росморпроект», ФКП «Дирекция КЗС Росстроя», государственной корпорацией «Олимпстрой» и т. п. Важнейшие из них — в частности, связанные с интенсивным отечественным портостроением, — выполнены или разрабатываются в рамках федеральных целевых программ «Модернизация транспортной системы России (2002–2010 годы)» и «Развитие транспортной системы России (2010–2015 годы)». В активе ООО «Эко-Экспресс-Сервис» — природоохранные компоненты проектов развития Морского торгового порта Усть-Луга и Большого порта Санкт-Петербург, строительства Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений, морской транспортировки нефтепродуктов. В настоящее время завершены предвари-

тельные природоохранные разработки в рамках обоснования инвестиций в строительство аванпортов Большого порта Санкт-Петербург и глубоководного порта-ХАБа в Калининградской области. Все выполненные проекты получили положительные заключения Главгосэкспертизы и Государственной экологической экспертизы, многие из них уже успешно реализованы.

ООО «Эко-Экспресс-Сервис» существует и развивается более 17 лет. Сейчас компания является крупнейшей организацией региона, разрабатывающей природоохранную документацию. В штате организации — 130 квалифицированных сотрудников, среди которых 2 доктора и 11 кандидатов наук. Однако не менее важно подчеркнуть, что за время своего развития ООО «Эко-Экспресс-Сервис» постепенно превратилось в уникальную, сложную, многопрофильную организацию, практически не имеющую аналогов.

Сейчас это единственная негосударственная организация, которая одновременно и в рамках единой экологической концепции решает целый комплекс взаимосвязанных природоохранных задач — научных, проектных, производственных, образовательных:

- ♦ предоставляет полный набор услуг в области проектирования и охраны окружающей среды;
- ♦ осуществляет производство средств инженерной защиты окружающей среды и сервисное сопровождение при их эксплуатации;



- ♦ ведет многоплановые прикладные экологические исследования;
- ♦ участвует в подготовке специалистов-экологов всех уровней (от вузовского и выше).

Существенно, что сочетание этих взаимосвязанных и взаимодополняющих направлений деятельности ООО «Эко-Экспресс-Сервис» сложилось естественным эволюционным путем. Это выгодно отличает ее от тех специализированных научных, образовательных или производственных организаций, которые пытаются сочетать такие функции искусственно (например, в силу статуса «научно-образовательного учреждения» или из-за формальной обязанности развивать «вузовскую науку» и т. п.). Здесь же такая ситуация сформировалась по объективным причинам — в ходе закономерного, активного развития компании.

Так, наряду с расширением набора оказываемых услуг в основной области — проектирования и экологического сопровождения деятельности уже функционирующих предприятий — автоматически возникла необходимость организовать также информационное обеспечение этой работы: инженерные изыскания, экологический мониторинг, производственный контроль.

Для реализации оригинальных проектных разработок понадобилось наладить и собственное серийное производство средств инженерной защиты окружающей среды — в первую очередь, локальных очистных сооружений.

Решение всех этих постоянно возникающих разнообразных, сложных, наукоемких задач потребовало постоянного наращивания научного потенциала организации. Таким образом, в компании возникла потребность в самостоятельной подготовке высококвалифицированных специалистов. Многоплановая экологическая деятельность ООО «Эко-Экспресс-Сервис» создает для этого все условия. Сформи-

рована и постоянно развивается современная материально-техническая база. Сложился крупный творческий коллектив профессионалов, специализирующихся в самых разных направлениях экологии. Накоплен большой опыт решения разнообразных природоохранных задач. Уникальное сочетание всех этих возможностей активно используется для подготовки и повышения квалификации специалистов-экологов как самой организации, так и всего Северо-Западного региона.

### Услуги в области инженерных изысканий, проектирования и охраны окружающей среды

Основной стратегией развития и важнейшим конкурентным преимуществом ООО «Эко-Экспресс-Сервис» является системный подход, предоставление услуг в области инженерных изысканий, проектирования и охраны окружающей среды. При этом заказчик находит в одной организации возможность решения всех природоохранных задач, включая:

- ♦ информационное обеспечение природоохранных аспектов проектирования и эксплуатации строительных объектов (инженерно-экологические изыскания, импактный экологический мониторинг, производственный экологический контроль);
- ♦ выполнение всех видов проектных работ, включая разработку природоохранной документации (при необходимости — и с выполнением функции генерального проектировщика);
- ♦ математическое моделирование внешних воздействий на различные компоненты природной среды и на инженерные сооружения;
- ♦ экологический аудит, оформление правоустанавливающих документов для водопользователей, юридическое сопровождение природопользования;





- ♦ разработка всех форм производственной природоохранной документации (ПДВ, НДС, ПНООЛР, СЗЗ, паспорта опасных отходов);
- ♦ организация и проведение семинаров, совещаний, конференций, деловых мероприятий по экологической и природоохранной тематике в области проектирования, строительства и эксплуатации любых объектов.

Таким образом, каждому клиенту ООО «Эко-Экспресс-Сервис» предлагается комплекс рационально взаимосвязанных проектных и природоохранных услуг, что гарантирует выбор наиболее эффективного, целесообразного и экономичного решения.

### Производство, монтаж и эксплуатационное сопровождение средств инженерной защиты окружающей среды

Основным направлением производственной деятельности ООО «Эко-Экспресс-Сервис» является изготовление, поставка, монтаж и эксплуатационное обслуживание локальных очистных сооружений оригинальной конструкции. От известных аналогов их выгодно отличают такие качества, как: высокая эффективность очистки, возможность работы в условиях отсутствия электроэнергии, долговечность, герметичность, стойкость к агрессивному воздействию сточных вод, легкость монтажа.

Локальные очистные сооружения, создаваемые ООО «Эко-Экспресс-Сервис», широко применяются на промышленных предприятиях, на автомагистралях и АЗС, на станциях технического обслуживания, гаражах и автостоянках.

Так, в истекшем году специалисты ООО «Эко-Экспресс-Сервис» успешно сдали в эксплуатацию очистные сооружения на таких важных объектах государственной значимости,



как Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений и олимпийские объекты в г. Сочи.

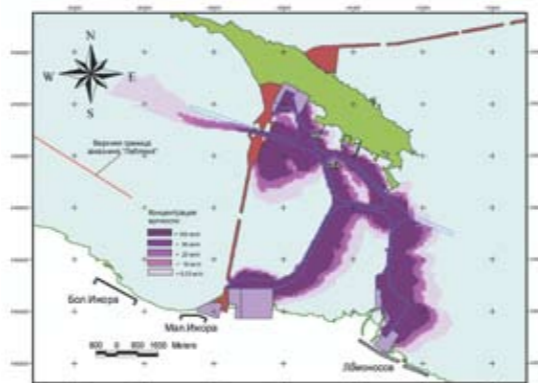
Также разработана и реализована в ряде проектных решений высокоэффективная технология ликвидации аварийных морских разливов нефтепродуктов. Собранный с морской поверхности нефтеводная смесь разделяется на обводненные нефтепродукты, обезвоживаемые и используемые далее в качестве топлива, и на нефтесодержащую воду, подлежащую очистке прямо на месте забора и сбросу обратно в водный объект, — без дорогостоящей и трудоемкой транспортировки к береговым очистным сооружениям.

Компанией ведется строительство Научно-производственного центра продукции экологического назначения в г. Шлиссельбурге Ленинградской области. В частности, структура центра предусматривает не только производство локальных очистных сооружений (по уже разработанным оригинальным проектам), но и научно-исследовательскую лабораторию и проектно-конструкторский отдел для создания новых видов очистных сооружений, а также прочих средств инженерной защиты окружающей среды.

### Научные исследования в области экологии и охраны окружающей среды

По всем перечисленным выше направлениям прикладной, коммерческой деятельности специалистами ООО «Эко-Экспресс-Сервис» активно ведутся научные исследования, призванные прежде всего максимально повысить ее эффективность. Вследствие этого научный потенциал организации постоянно возрастает. Показательно, что в настоящее время в составе компании работают 2 доктора и 11 кандидатов наук — технических, биологических, сельскохозяйственных. При этом подготовка специалистов высшей квалификации ведется непосредственно в процессе повседневной практической работы, с использованием ее результатов. Так, только в 2009 году трем сотрудникам ООО «Эко-Экспресс-Сервис» были присуждены ученые степени (доктора и кандидаты технических наук по специальности «геоэкология»), а в 2010 году защищена еще одна диссертация — на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности «метеорология». Пятеро сотрудников проходят обучение в аспирантуре и также готовят кандидатские диссертации.

Следует особо отметить, что к настоящему времени в ООО «Эко-Экспресс-Сервис» накоплены богатейшие фондовые материалы. Его специалистами выполнены исследования и подготовлены природоохранные документы более чем по двум тысячам объектов. В каждом случае проведены все необходимые натурные и лабораторные исследования. Осуществлена всесторонняя оценка разнообразнейших антропо-



генных воздействий на основные компоненты водных и наземных экосистем, на объекты культурного наследия, особо охраняемые природные территории и на население. Разработаны эффективные мероприятия по управлению этими воздействиями, по их снижению и компенсации. Таким образом, в ООО «Эко-Экспресс-Сервис» сформирована весьма представительная база экологических и природоохранных данных, позволяющая анализировать особенности разнотипных воздействий, выявлять их общие закономерности, прогнозировать последствия, выбирать оптимальные методы регулирования.

К наиболее перспективным и актуальным направлениям научных исследований ООО «Эко-Экспресс-Сервис» относятся:

- ♦ создание адекватной системы оценки многофакторных воздействий на морские экосистемы с учетом синергичных эффектов взаимодействующих факторов и реальной приемной емкости водных объектов;
- ♦ разработки, направленные на приведение национальной нормативно-методической правовой базы в соответствие международному природоохранному законодательству в целом и подготовку правового обеспечения несомнимо выполнимых условий международных конвенций, касающихся использования морских и околоводных экосистем в частности;
- ♦ усовершенствование системы инженерно-экологических изысканий, экологического мониторинга, обеспечение его комплексности, разработка и применение надежных и объективных биоиндикационных методов;
- ♦ разработки методов модельных исследований потенциального воздействия гидростроительства на характеристики морских экосистем вследствие намыва, дноуглубления и дампинга, включая прогноз изменений волнового режима, структуры полей течений, ветро- и волнозащитности проектируемых причальных сооружений и операционных акваторий, состояние грунтов и придонных вод, распространения примесей в водной среде (для оценки ожидаемых показателей замутненности вод и соответственно платежей за их замутнение и загрязнение, а также соответствующего ущерба биоресурсам);
- ♦ целевое изучение динамики состояния морских экосистем в фоновых и импактных условиях при гидростроительстве и в стадии эксплуатации морских портов, выявление и формализация закономерностей техногенных сукцессий морской среды;
- ♦ разработка оптимальных схем наиболее эффективного информационного обеспечения проектных, природоохранных и управленческих решений, связанных со строительством и эксплуатацией портовых комплексов;
- ♦ значительное улучшение методов оценки эколого-экономических ущербов, в частности ущербов водным биологическим ресурсам и околоводной биоте под воздействием строительства и эксплуатации портовых сооружений;
- ♦ разработка и внедрение обязательной процедуры анализа эколого-экономического риска на стадиях подготовки предпроектной и проектной документации для обеспечения управления экологической безопасностью гидростроительства, в перспективе — с использованием механизмов экологического страхования;
- ♦ разработка методов и средств эффективной инженерной защиты различных компонентов окружающей среды при строительстве и эксплуатации портовых сооружений и использовании морского транспорта;



- ♦ разработка технических методов и средств безопасной утилизации нефтеводных отходов при ликвидации аварийных разливов;
- ♦ разработка концепции и методов обеспечения экологической безопасности систем портовых комплексов кластерного типа (на примере аванпортов Большого порта Санкт-Петербург);
- ♦ издательская деятельность по проблематике эффективного и экологически безопасного развития морского транспорта и гидростроительства на Финском заливе.

### Участие в подготовке квалифицированных кадров

Благодаря активно развивающемуся творческому сотрудничеству с Северо-Западным заочным техническим университетом, в 2010 году на базе ООО «Эко-Экспресс-Сервис» организуется филиал кафедры приборов контроля и системы экологической безопасности СЗТУ. Целью этого сотрудничества является подготовка, переподготовка и повышение квалификации специалистов-экологов всех уровней (студенты бакалавриата и магистратуры, дипломированные специалисты, аспиранты и докторанты). В этих целях используются лабораторная и производственная база ООО «Эко-Экспресс-Сервис» в Санкт-Петербурге и Экологический центр компании в Шлиссельбурге. К обеспечению учебного процесса привлекаются ведущие специалисты обеих организаций. Деятельность создаваемого филиала кафедры значима на региональном и федеральном уровнях, поскольку способствует обеспечению высококвалифицированными кадрами не только ООО «Эко-Экспресс-Сервис», но и профильных предприятий и организаций Северо-Западного региона и Российской Федерации в целом.

Таким образом, ООО «Эко-Экспресс-Сервис» создает достойный государственно важный прецедент концептуального, системного решения самых разнообразных, но тесно взаимосвязанных природоохранных задач — коммерческих, научных, производственных и образовательных — на базе крупной, активно развивающейся негосударственной организации.



Эко-Экспресс-Сервис

ООО «Эко-Экспресс-Сервис»  
 195112 Санкт-Петербург, Заневский пр., 32, корп. 3  
 Тел. 8 (812) 574-5790, факс 8 (812) 574-5794  
 e-mail: [ecoplus@ecoexp.ru](mailto:ecoplus@ecoexp.ru)  
<http://www.ecoexp.ru>

## МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «РЕКИ СИБИРИ»: УСИЛИЯ ОБЩЕСТВЕННОСТИ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ СИБИРСКИХ РЕК



**Торопов А. В.,**  
к. биол. н., директор ТРБОО  
«Сибирское экологическое  
агентство» (г. Томск)



**Широков Ю. Р.,**  
президент межрегионального  
общественного экологического  
фонда «ИСАР — Сибирь»  
(г. Новосибирск)

В Сибири после массового, бурного, романтического роста экологической активности населения в 90-х годах (самыми горячими темами тогда были поворот Сибирских рек и Катунская ГЭС) и последующего затем тяжелейшего периода выживания и разочарований стал понемногу формироваться тонкий слой профессиональных экологических общественных организаций, переживших все напасти переходного периода и пытающихся в потонувшем в апатии обществе продвигать экологические идеи.

Закономерной оказалась дальнейшая специализация сибирских эконоНКО: экологических некоммерческих организаций. Многие организации сосредоточили свои усилия в направлении экологического образования детей и молодежи, другие продвинулись в направлении сохранения биологического разнообразия сибирских территорий, появились антиядерные «зеленые». Естественно, что развивалось и общественное рекоохранное движение.

Эволюционировали отношения между сибирскими эконоНКО — от знакомства на редких семинарах и конференциях, а затем встречах интерактивного общения до сотрудничества, совместных акций и проектов. От локальных задач — к региональным и межрегиональным. От малых рек — к бассейновым проблемам.

Конечно, все развивалось бы быстрее, если бы не сибирские расстояния и будь возможность встречаться чаще. Как, например, в Поволжье, где с 1990 года ежегодно проводятся «Дни Волги». Эти встречи помогли сформировать движение «Поможем реке», провести независимые исследования о загрязнении рек суперэкоксикантами (ртутью, кадмием, ДДТ, ПХБ и др.), организовать Единые дни действий в защиту малых рек, создать газету «Берегиня». Закономерно, что именно на Волге, в Нижнем Новгороде, в 1999 году на X Днях Волги по инициативе общественных организаций и движений «Поможем реке», комитета по защите Амура, «Байкальской экологической волны», Уральского экологического союза, ИСАР-Сибирь, комитета спасения Оби, комитета спасения Печоры, Алтайского отделения МСОЭС, объединения «Беловодье» была создана и Сеть российских рек.

Сибирские эконоНКО относительно регулярно стали встречаться с 2000 года. Ключевую роль в этом сыграла Международная конференция «Реки Сибири». 22 марта 2000 года во Всемирный день воды в Новосибирске по инициативе межре-

гионального общественного экологического фонда «ИСАР-Сибирь» состоялась I Международная конференция «Реки Сибири». В Новосибирске тогда собрались представители 36 неправительственных экологических организаций Сибири, Дальнего Востока, Камчатки, бассейна Волги, а также США, Франции, представители официальных региональных и федеральных структур, в том числе Министерства природных ресурсов РФ.

Круг проблем, волновавших участников, был обширен. Канал Черный Иртыш — Карамай, Богучанская и Катунская ГЭС, Крапивинский гидроузел, дорога через плато Укок в Горном Алтае, последствия сбросов радионуклидов в реку Томь, угроза заражения носителями сибирской язвы из скотомогильника на берегу Тобола. Но состоялось не только их обсуждение — основное время конференции заняла выработка планов совместных действий.

Из главных результатов работы первой конференции следует отметить:

- договоренность об участии объединившихся «зеленых» во всероссийской акции Единые дни действий в защиту рек;
- наработки подходов к борьбе против плотин;
- составление конкретного плана действий по предотвращению строительства дороги через объект всемирного наследия ЮНЕСКО плато Укок.

По горячим темам были написаны и направлены письма в самые высокие инстанции. Но, пожалуй, главным итогом конференции стало общее желание сделать конференции традиционными.

Через два года, в апреле 2002 года, опять же в Новосибирске, на II Международной конференции «Реки Сибири: общественность и гражданская активность» было принято решение о создании движения общественных организаций и инициативных групп «Сеть сибирских рек». В общем-то, это было достаточно закономерное событие, отражающее как логику развития сибирского движения в защиту рек, так и тенденции в мировом и российском природоохранном сообществе.

После второй конференции заметно выросло число партнерских акций и проектов. Были проведена единая российско-казахстанская экологическая акция «Поможем реке» (под девизом «Чистые берега Оби и Иртыша»). Обще-



ственными организациями из Томской и Кемеровской областей были совместно проведены публичные обсуждения планов строительства Крапивинского гидроузла на реке Томь.

В Омске общественниками был реализован проект по распространению опыта разработки системы трансграничного управления ресурсами бассейна реки Иртыш (результат международного проекта Россия — Казахстан — Франция), апробирован механизм участия общественности в подготовке «речных» управленческих решений и контроле за их исполнением, создана региональная сеть общественных организаций, участвующих в защите Иртыша.

В рамках партнерского проекта «Поможем сохранить Приобские леса» в лесовосстановление в водоохраных зонах Новосибирской, Томской областей и Алтайского края было вовлечено свыше 800 человек, высажено около 9,5 тысяч саженцев, на месте горельника площадь около 10 га засеяна семенами сосны, устроено и расширено несколько лесных питомников, создано 76 мини-питомников.

Были и другие проекты и акции. Но все же главным событием второй конференции «Реки Сибири» стало создание движения рекоохранников Сибири. «Сеть сибирских рек» — это действительно «инициатива снизу», поскольку изначально организаторы такую задачу перед конференцией не ставили. Создание сообщества не было данью моде, а стало адекватной реакцией на современную ситуацию с охраной природы в России.

Пока это очень вольное и поэтому очень комфортное для участников образование. Практически сразу никто и не высказывался за иерархическую структуру, такие организации сегодня не очень эффективны и требуют массу ресурсов. В сети заложен современный, полезный, действенный и устраивающий всех механизм совместного решения непростых природоохранных задач. Каждый действует самостоятельно и автономно, но в одном направлении, поддерживая связь с остальными и объединяясь для решения острых вопросов.

Не все, конечно, идеально. Потенциал сети еще в недостаточной степени используется. Что есть — то есть, существующий организационный уровень соответствует зрелости движения. Оргстроительство — важный, но не основной вопрос. Сеть только ради сети вряд ли нужна. Главное, чтобы были результаты в достижении целей, под которые объединились единомышленники.

Традиция конференций «Реки Сибири» была продолжена уже на новом уровне. После второй были III и IV Международные конференции «Реки Сибири», проведенные в 2005 и 2008 годах в Новосибирске и Омске соответственно, которые были также по-своему интересны и весьма продуктивны.

Состоявшаяся 16–18 апреля 2010 года в Томске V Международная конференция «Реки Сибири» собрала для обсуждения вопросов сохранения рек Сибири и других регионов мира около 100 участников, представляющих эконоНКО из России, Китая, Монголии, США, Кыргызстана, ученых, водопользователей, профильных чиновников.

В условиях дефицита финансирования, когда большинство эконоНКО не имеют собственных средств даже на проезд до места проведения конференции, «Реки Сибири — 2010» состоялась благодаря поддержке посольства Королевства Нидерландов, администрации Томской области, Global Greengrants Found, WWF России.

Основные темы пятой конференции можно назвать уже традиционными для «Рек Сибири»: проблемы зарегулирования рек, дноуглубительные работы, разрушение естественных берегов, застройка пойм рек, химическое загрязнение водотоков. Но формат конференции, помимо четырех пленарных заседаний, включал проведение шести круглых столов: «Вопросы сохранения рек Сибири», «Новые водохозяйственные нормативы», «Гидроэлектростанции», «Международное сотрудничество для охраны рек и озер», «Ход кампании по Байкалу», «Объединение информационных ресурсов эконоНКО для популяризации своей деятельности и для сбора частных пожертвований».



Основными итогами работы круглых столов стали проекты **восьми обращений** по самым острым вопросам сохранения рек Сибири и сопредельных территорий (Монголия, Китай), принятых на заключительном пленарном заседании конференции. С текстами обращений можно ознакомиться на сайте [www.green.tomsk.ru](http://www.green.tomsk.ru). Там же можно ознакомиться с материалами конференции, изданными в виде сборника статей участников.

Ряд обращений уже возымели свое действие. Так, обращение по вопросу строительства Эвенкийской ГЭС к председателю Законодательного Собрания Красноярского края было учтено при проведении в Красноярске публичных слушаний по этому вопросу, состоявшихся 28 апреля 2010 года.

После конференции наибольший интерес российских чиновников проявляется к обращению V Международной конференции «Реки Сибири» к президенту России Д. А. Медведеву по вопросу Стратегии социально-экономического развития Сибири на 2010–2020 годы. В обращении указывается на необходимость серьезной доработки документа, в том числе исключения из него планов по проектированию или строительству экологически опасных и экономически малообоснованных Эвенкийской ГЭС на реке Нижней Тунгуске, Мотыгинской ГЭС на реке Ангаре, Алтайской ГЭС на реке Катунь, поднятию уровня водохранилища Богучанской ГЭС до отметки 208 м, а также предлагается исключить любые упоминания о возможности переброски части стока сибирских рек в южные регионы России и сопредельных государств.

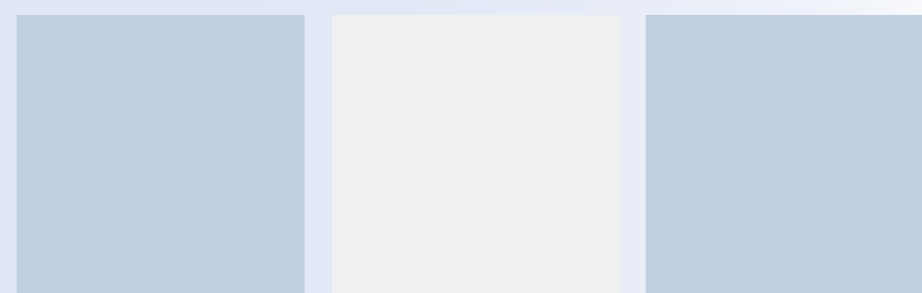
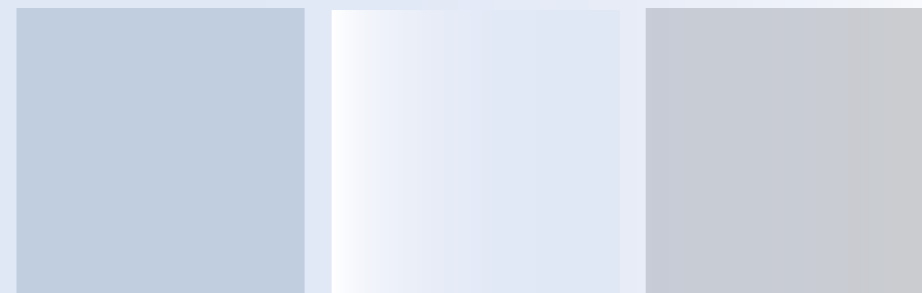
Помимо обращений на «Реках Сибири — 2010» сформировалось несколько проектных групп по решению конкретных водоохранных задач. Так, созданное на конференции «Томское рекоохранное движение» намерено заняться вопросами сохранения естественного русла и берегов реки Томь, противостоять бездумной застройке поймы рек, вести мониторинг соблюдения режима использования уникального подземного водозабора г. Томска и другими вопросами.

Изначально конференция «Реки Сибири» задумывалась не только для объединения общественности для решения важнейших рекоохранных вопросов, но и как площадка для взаимодействия разных секторов общества, задействованных в речной тематике. Именно в диалоге общественности, ученых, экспертов, чиновников, водопользователей, представительных органов власти целесообразнее всего искать решения самых острых вопросов.

Не на всех конференциях удается добиться полного участия в дискуссиях представителей профильных органов власти и главных водопользователей. Здесь не все зависит от организаторов конференции. Развитие такого диалога — это дорога с двухсторонним движением, и мы пока в самом начале этого пути. Но если мы всерьез намерены разрешить сложнейшие экологические вызовы, стоящие перед нами, то без налаживания взаимодействия, объединения усилий нам не обойтись.

Последние техногенные катастрофы с человеческими жертвами, недоучет интересов местного населения и природы при проектировании и строительстве многих крупных промышленных и энергетических объектов привели к серьезному росту недоверия со стороны населения к тем, кто, так или иначе, был причастен к этим событиям, начиная от политиков и заканчивая техническими специалистами. И нужно эту ситуацию исправлять. Нужно учиться разговаривать друг с другом и слышать альтернативные мнения, стараться быть открытыми и учитывать интересы разных сторон.

Пока что «Реки Сибири» — практически единственная международная площадка, где на регулярной основе обсуждаются проблемы сибирских рек. За эти десять лет конференции доказали свою жизнеспособность и состоятельность. Где, как ни на общих встречах, нужно искать и нарабатывать решения по самым актуальным, общественно значимым водоохранным вопросам. Приглашаем всех к сотрудничеству и конструктивному диалогу!



# 5.

71–87

## ГИДРОМЕХАНИЗАЦИЯ. ПОДВОДНО- ТЕХНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

СИСТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ  
И КОНТРОЛЯ

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВОДОЛАЗОВ

ПОДВОДНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

МАШИНЫ-АМФИБИИ

**МОРСКИЕ ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ТЕХНОЛОГИИ** [www.mpkit.ru](http://www.mpkit.ru)  
(86141) 99771

**Неразрушающий контроль под водой**

**Телеуправляемые Подводные Аппараты**

**Водолазное Цифровое Телевидение**



**НОВЫЙ ВЫСОКОНАПОРНЫЙ САМОВСАСЫВАЮЩИЙ АГРЕГАТ ВСА-500 НА СЛУЖБЕ У ГРАЖДАНСКОГО И ВОЕННОГО ФЛОТА**

До настоящего времени при выполнении аварийно-спасательных и судоподъемных работ для откачки воды из затопленных отсеков плавучих объектов использовались водоотливные агрегаты, разработанные в 60–80-х годах прошлого века. Они, как правило, не отличались высокой надежностью насосной части и имели малую удельную производительность. Частые выходы из строя по причине попадания в нанос частиц шлама значительно снижали производительность работ. В 90-х годах XX века выпуск устаревшего оборудования российскими производителями был прекращен, что оставило аварийно-спасательные формирования без технических средств для проведения судоподъемных работ.

В связи с этим остро встал вопрос о создании нового высокотехнологичного, надежного и эффективного оборудова-

ния, способного обеспечить не только высокую производительность, но и универсальность применения.

В 2009 году ОАО «Тетис Про», входящее в группу компаний «Тетис», в инициативном порядке разработало и наладило серийный выпуск высоконапорного самовсасывающего агрегата **ВСА-500**. Данный агрегат является высокоэффективным водоотливным средством, отвечающим современным требованиям.

Основным назначением агрегата ВСА-500 является откачка больших масс воды из затопленных отсеков кораблей и судов. Всасывание производится с помощью погружного гидравлического насоса, обладающего большим эксплуатационным ресурсом. Лопастное колесо при вращении создает центробежную силу, которая позволяет вместе с жидкостью всасывать твердые частицы больших размеров. Минималь-

Технические характеристики гидравлической станции с дизельным двигателем			
Мощность дизельного двигателя, кВт	93	Габаритные размеры (Д × Ш × В), мм	1820 × 1420 × 2170
Поток гидравлической станции, л/мин.	32 и 115	Масса, кг	1500
Максимальное рабочее давление гидравлической станции, кгс/см <sup>2</sup>	250	Емкость топливного бака, л	400
Расход топлива, л/ч	22	Емкость бака для гидравлики	400
Технические характеристики гидравлического насоса			
Диаметр всасывающего фланца, мм	150	Диаметр отливного рукава, мм	150
Максимальный размер всасываемых твердых частиц, мм	65	Количество лопастей, шт.	3
Габаритные размеры (В × Ш), мм	677 × 514	Масса, кг	168
Технические характеристики вьюшки с гидравлическим приводом			
Габаритные размеры (Д × Ш × В), мм	2500 × 2030 × 1990	Масса, кг	1000
Длина намотанных рукавов, м	60	Частота оборотов барабана (макс./номин.), об/мин	7/3

**Компания «МАРИМЕТР»**  
официальный дилер **Kongsberg Maritime AS**

195112 Санкт-Петербург, пр. Шаумяна, д. 18, оф. 118  
Тел./факс: (812) 574-56-65, [www.marimeter.ru](http://www.marimeter.ru)

**EM 2040** — многолучевой эхолот с расширенным диапазоном частот от 200 до 400 кГц и высокой разрешающей способностью. Предназначен для выполнения площадной съемки рельефа дна в прибрежной зоне, оснащен технологией глубоководных эхолотов по электронному управлению лучами.

**Преимущества EM 2040:**

- два профиля за одну посылку позволяют увеличить производительность съемки;
- режим частотной модуляции позволяет значительно увеличить диапазон измерения глубин;
- полная стабилизация лучей по бортовой и килевой качке, а также за рыскание судна;
- динамическая фокусировка лучей при излучении и приеме.

**Компоненты EM 2040:**

- передающая и принимающая гидроакустические антенны,
- процессорное устройство и станция оператора.

Управление многолучевым эхолотом **EM 2040**, контроль качества данных и хранение собираемых данных обеспечиваются станцией оператора с помощью программного обеспечения SIS (QINSy).



ный контакт между шламом и лопастным колесом значительно уменьшает его износ в сравнении с насосами других типов. Работа агрегата обеспечивается высоконапорной гидравлической станцией с приводом от дизельного двигателя. Подводно-технические работы возможно проводить как с борта спасательного судна, так и с необорудованного берега, устанавливая агрегат у уреза воды.

В базовый комплект ВСА-500 входят:

- ♦ гидравлическая станция с дизельным двигателем IVECO мощностью 93 кВт в морском исполнении;
- ♦ погружной насос гидравлический Heidra 150MR производительностью 500 м<sup>3</sup>/час;
- ♦ вьюшка для рукавов высокого давления с гидравлическим приводом;
- ♦ 2 комплекта гидравлических шлангов с быстроразъемными соединениями, обеспечивающими работу насоса и вьюшки;
- ♦ рукав отливной.

Возможности использования агрегата значительно расширяются при оснащении его дополнительным оборудованием. Так, применение сменных насадок обеспечивает возможность осуществлять:

- ♦ размыв грунта;
- ♦ отсос размытого грунта с достаточно крупными частицами шлама до 65 мм;
- ♦ дноуглубительные работы;
- ♦ откачку нефтепродуктов;
- ♦ обеспечение использования подводного гидравлического инструмента;
- ♦ выполнение задач по «раскачке» затопленных отсеков кораблей и судов при снятии их с мели.



Подключение одновременно 2–3 дополнительных погружных гидравлических насосов различного назначения позволяет проводить:

- ♦ аварийную откачку дизельного топлива из цистерн, баков и различных емкостей;
- ♦ аварийную откачку тяжелых нефтепродуктов (нефть, латекс, мазут и т. д.);
- ♦ грунтоуборочные работы (снятие с мели, углубление фарватеров и т. д.);
- ♦ аварийную откачку химически активных веществ (щелочи, кислоты и т. д.);
- ♦ откачку ила из приемных камер, турбин на ГЭС;
- ♦ размыв грунта.

Подключение насоса высокого давления и кавитационной установки позволяет осуществлять ремонтные и очистные работы на судах:

- ♦ удаление биологических обрастаний на корпусе и винтах кораблей без захода на сухой док;
- ♦ удаление старой краски, штукатурки, отшелушивание бетона и т. д.;
- ♦ подготовка поверхности к покраске и бетонированию;
- ♦ пескоструйная обработка поверхности.

Также ВСА-500 можно применять в качестве привода для гидравлического инструмента. Одновременно может быть подключено до 4–5 инструментов, что позволяет проводить:

разрушение, распиловку и сверление отверстий в бетоне, железобетоне, металле, дереве и т. д.; шлифовку корабельных винтов, разделку труб перед сваркой и пр.

За счет подключения дополнительного оборудования ВСА-500 можно рассматривать как универсальный комплекс для проведения широкого спектра подводно-технических работ.

В мае-июне 2010 года были проведены государственные испытания агрегата ВСА-500. Испытания проводились как на экспериментальной научно-испытательной базе (ЭНИБ) 40-го ГНИИ МО РФ, так и на акватории Финского залива в реальных условиях подводных работ. Результаты испытания превзошли ожидания специалистов института. По выводам комиссии, водоотливных средств такой производительности в частях Управления аварийно-спасательных работ флотов до настоящего времени не было. Агрегат успешно выдержал весь объем испытаний и является новым и перспективным образцом аварийно-спасательной техники ВМФ.

Использование агрегата ВСА-500 и возможного модельного ряда на его базе является новым и перспективным направлением развития аварийно-спасательной техники не только ВМФ, но и других заинтересованных ведомств. Данный агрегат может успешно применяться в подразделениях МЧС РФ, Госморспасслужбе России и других ведомствах для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, оказания помощи аварийным судам и выполнения подводно-технических работ, что позволит повысить безопасность работы на судах и обеспечит эффективное решение поставленных задач.

**Делянов А. В.,**  
коммерческий директор ОАО «Тетис Про»



**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

Уважаемые читатели! Редакция журнала «ГИДРОТЕХНИКА» приглашает вас принять участие в заочном круглом столе «Проблемы и перспективы профессиональной деятельности водолазов на гидротехнических объектах», который будет размещен на страницах следующего номера журнала «ГИДРОТЕХНИКА» (№ 3, сентябрь 2010 г.). Свои позиции, мнения, идеи, опыт, проблемы, связанные с подводно-техническими работами, вы можете высказать письменно, отправив сообщение на [info@hydroteh.ru](mailto:info@hydroteh.ru) или по факсу редакции (812) 712-90-48. Задачи круглого стола – обозначить проблемы, которые необходимо решать не только на внутривидеопрофессиональном, но прежде всего на государственном уровне; определить направления и содержательные аспекты для формирования новой нормативно-правовой базы; обозначить критерии профессиональной компетентности водолазов для обеспечения безопасности гидротехнических сооружений, в той части, которая зависит от качества выполнения подводно-технических работ.

## ВОДОЛАЗНОЕ ДЕЛО — СФЕРА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



**Киркин В. И.,**  
президент НП «Ассоциация водолазов»

*«Через техногенных катастроф в России (очередной из них стали взрывы на шахте с символическим названием «Распадская») не прекращается. И едва ли прекратится, пока вся властная вертикаль в России пронизана только одним мотивом своей деятельности – извлечением сиюминутных выгод. Все остальные категории (в том числе ценность человеческой жизни) при принятии решений уже давно практически не принимаются во внимание».*

В приведенной цитате неизвестного автора из всемирной паутины под понятием «властная вертикаль» следует понимать категорию более широкую, нежели только систему государственного управления. Внутри ее, этой властной вертикали, — и управление предприятий, и уже высочайше дозволяемая самоорганизация предприятий, и собственная инициатива граждан, реализующих свои способности. Об этом и пойдет речь в предлагаемой статье, а именно о том, с чем сталкиваются ежедневно профессионалы, работающие на подводных частях гидротехнических сооружений.

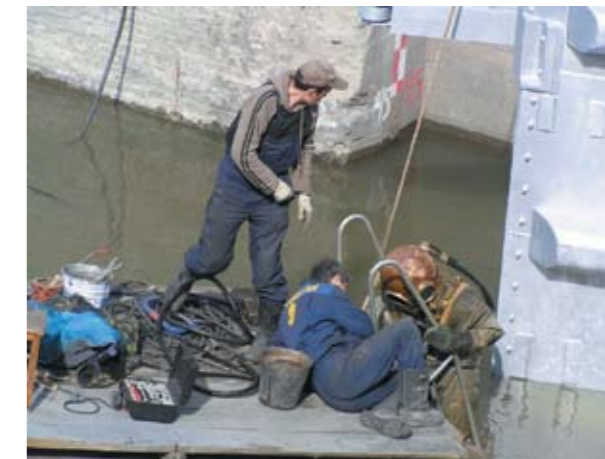
Получив в свои руки управление гидростроительством портовых сооружений и дамб, обслуживая внутренние водные пути и гидроэлектростанции, подводные переходы магистральных нефте — и газопроводов, современные управленцы очень быстро разделили доставшиеся им активы на профильные и непрофильные. Профильные — это те, которые приносят им доход здесь и сейчас, все остальные — это обуза. Стремление к эффективности капиталовложений приобрело просто маниакальные формы. Иным образом невозможно объяснить то, что перечисленные выше объекты хозяйственной деятельности легко и просто избавились от собственных водолазных служб. Это, в свою очередь, привело к разрушению систем обеспечения безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений.

Говоря об этом, следует обратиться к истории вопроса. Задача длительного пребывания и полноценной работы человека под водой оказалась решенной в конечном итоге лишь тогда, когда ею занялось государство. Указом императора Александра III 5 мая 1882 года в Кронштадте была создана водолазная школа. Именно от этой даты и ведет свое летоисчисление водолазное дело России.

Значимыми историческими вехами водолазное дело отметило более чем столетие своего существования. ЭПРОН — экспедиция подводных работ особого назначения, АСС — аварийно-спасательная служба, ПСС — поисково-спасательная служба Военно-морского флота, «Подводречстрой» — все они своими корнями уходят в ту самую первую водолазную школу. И все они были структурами государственными и комплексными.

Что же произошло в последние годы? Водолазная служба оказалась отнесенной к непрофильным активам практически повсеместно. Будучи вначале мелко нашинкованной по ведомственному принципу, водолазная служба страны из единого организма, способного накапливать опыт практических водолазных работ, научно его осмысливать и на этой базе готовить новые поколения специалистов, превратилась в разрозненные клубы любителей подводных погружений, лишенных перспектив в будущем. Водолазное дело как сфера профессиональной деятельности оказалось на грани деградации. Многие образованные и квалифицированные кадры предпочли в этой ситуации иные сферы применения своих способностей. Научные исследования переведены в тлеющий режим, а водолазные школы в режим «Чего изволите?».

Ситуацию от полного разложения спасло лишь то, что в стране было большое количество уже подготовленных специалистов в области водолазного дела. Именно их силами и были созданы самостоятельные хозяйственные структуры, сумевшие сохранить профессионализм водолазного дела. Но все эти проблемы носили характер объективный, обусловленный причинами неотвратимыми. Гораздо печальнее то, что наряду с причинами объективными, ситуацию осложняет и субъективный подход к решению и без того непростых задач.



Главными из пороков в складывающейся сегодня системе использования профессионального водолазного труда являются некомпетентность и безответственность. Сегодня единственным мерилем, возведенным законом в ранг абсолюта, является ЦЕНА вопроса. Роль профессионализма с успехом стала играть способность к соблюдению формальностей. Исполнителю, по поручению собственника гидротехнического сооружения, принимающему решение о заказе работ под водой, сегодня совсем не обязательно быть уверенным в профессионализме нанимаемой команды. Этого от него ни законы, ни инструкции не требуют. При этом от него по всей строгости требуют доказательства, что нанятая компания уплачена минимально возможная сумма вознаграждения. А уж как обойти второстепенные препятствия, например, наличие разрешения на работы, публичный тендер или что-то наподобие этого, менеджер, особенно если он лично заинтересовался исходом конкурса, придумает. Еще лучше будет для экономии средств, если подводную работу вообще не выполнять. Проверить ее отсутствие в принципе невозможно, а уж при наличии пакета отчетных документов — тем более.

Возьмем для примера ОАО «ТЭК-1». Это мощная и социально ответственная компания. По крайней мере, именно так она себя позиционирует. И что же мы видим на самом деле? На более чем 40 гидроэлектростанциях, ею объединенных за последние 2 года, выполнены 2 (!) водолазные работы, и это при том, что трагедия на Саяно-Шушенской ГЭС явилась крайне убедительным поводом задуматься о состоянии собственных аналогичных объектов.

Когда же присмотришься к способам отбора компаний для выполнения работ под водой, просто оторопь берет. Читается водозабор Южной ТЭЦ. В конкурсе 4 компании. Конкурсная комиссия преисполнена ответственности, предложения о состоятельности компаний по несколько сантиметров толщиной. Но есть нюанс. Разрешение на работы имеется только у одной из заявленных компаний. Правда, в нем отсутствует пункт о водолазных работах. Остальные вообще работают под честное слово. И если кто-то возьмется утверждать, что это факт исключительный, спешу огорчить — это сегодня норма. А вот то, что гидротехнические сооружения еще целы, — это чудо и результат заложенного в них в прошлые годы запаса прочности.

В расчете на таких заказчиков, как мы знаем из экономических теорий, есть спрос, появится и предложение, растет и число нелегальных как бы водолазных команд. И это еще одна проблема, которую следует учитывать. Желание и готовность работать без затрат на подтверждение своей профессиональной состоятельности толкает очень многих на путь преступления. И здесь уже не общественность, а правоохрани-

тельные и надзорные органы должны сказать свое твердое слово. Причем разговор этот должен быть не только с тем, кто без необходимого разрешения пытается выполнять работу, но и с тем, кто готов экономить на заключении договоров с подобными компаниями. В данном случае «Ассоциация водолазов» занимала и будет занимать самую жесткую позицию. Любители и полупрофессионалы создают у заказчиков работ ложные представления о том, как должна выполняться работа под водой, чем обеспечиваться ее безопасность и сколько она должна стоить. Авантюрист с аквалангом — это не только и не столько демпинг, сколько неуважение к профессионализму, а в первую очередь — осознанно создаваемый риск безопасности гидротехнического сооружения..

В сложившейся ситуации развивается еще одна проблема — нормативно-правовой психоз. Переход от государственного лицензирования к саморегулированию в области гидростроительства породил ряд дополнительных сложностей в работе. Финансовые затраты при этом хоть и существенные, но не самые болезненные. Уже полгода как действует эта система, уже полтора года, как ведутся переговоры с ее представителями о необходимости разработки полноценных стандартов и правил для работы под водой, но далее декларации добрых намерений в этом вопросе мы сдвинуться не можем. Лишь в мае 2010 года начата реальная работа в этом направлении, притом что разрешения выдаются всем и давно. Водолазный мир узок. Практически все знают друг друга, и поэтому нередко встают вопросы: а чем, кроме желания получать членские взносы, руководствуется то или иное СРО, выдавая разрешения на водолазные работы компаниям, где отсутствует водолазная служба как таковая. Предложения Ассоциации водолазов о выдаче экспертного заключения по подобным запросам компаний мягко, но неотвратимо отклоняются. Принципиально эта проблема имеет два решения — либо через Ростехнадзор, надзирающий за законностью в вопросе выдачи разрешений на работы, либо через выделение профильных СРО. Первое решение может увеличить и без того существующую нервность в этой новой пока еще для ее участников сфере. Для второго решения еще не сформирована нормативно-правовая база.

Отметим дополнительно к вышеказанному чехарду нормативно-правовых актов, затеваемую в неустойчивой среде переходного периода на новую разрешительную систему. Приказ Минрегионразвития № 274 от 19.12.2008 года с перечнем разрешаемых работ еще не дал никакого статистического материала по оценке его действительности, но он уже отменяется, и ему на смену приходит новый приказ с новым перечнем. Ситуация при этом усугубляется еще и вступлением в силу постановления правительства № 48 о работах



на особо опасных, технически сложных и уникальных объектах, через которое меняются требования к компаниям вне учета какой-либо специфики их деятельности, специализации и технических требований к выполнению работ на таких объектах. И все эти проблемы вынуждены решать руководители легальных, законопослушных компаний — исполнителей работ. При этом не появилось ни единого правового акта, регламентирующего для заказчика работ порядок выбора компании-исполнителя.

Конкуренция увеличит качество работ и снизит их стоимость только тогда, когда будут равные и законом защищенные условия для конкурирующих организаций. Допуская к конкуренции компании, не обремененные затратами, которых требует закон, владельцы и руководители гидротехнических сооружений сами, своими руками уничтожают профессиональное водолазное дело и обрекают свои объекты в ближайшем будущем на обслуживание случайными людьми, любителями и авантюристами. Поэтому «Ассоциация водолазов» приглашает все заинтересованные стороны к конструктивному диалогу, цель которого поставить реальные, действующие на практике преграды для проникновения в область гидростроительных работ и работ по обслуживанию гидротехнических сооружений людей некомпетентных и непрофессиональных.

Результатом такого диалога должны стать принимаемые всеми сторонами производственного процесса и неукоснительно исполняемые при заключении хозяйственных договоров стандарты и правила выполнения работ под водой, соблюдения при этом мер безопасности водолазов. Нет и не может быть причин, возникновения которых оправдывало бы отказ от обеспечения безопасности работающих под водой людей.

Уже сегодня водолазные компании, входящие в состав НП «Ассоциация водолазов», готовы к цивилизованному взаимодействию с любыми субъектами на рынке водолазных работ. Ассоциация водолазов как инструмент добросовестной конкуренции в сфере работ по строительству и обслуживанию гидротехнических сооружений, других водолазных работ имеет перед собой задачу — исключить саму возможность выполнять водолазные работы любителями-аквалангистами и компаниями, не имеющими на то соответствующих разрешений. Кроме этого, совместно с руководителями и контрольными органами СРО будет постоянно проводиться работа по выявлению компаний, не имеющих реальной возможности выполнять водолазные работы, и организовываться отзыв у них разрешений на такие работы. Если при этом возможностей, которыми мы располагаем, будет недостаточно, к наведению порядка будут привлекаться государственные надзорные органы в рамках их компетенции.

Сегодня мы ведем работу по формированию структурного подразделения при Морском совете Санкт-Петербурга. Полагаю, что этот орган позволит нам вести постоянное и конструктивное общение как с властными структурами города, так и с владельцами и строителями гидротехнических сооружений.

Редакция журнала «Гидротехника» выступила с инициативой подготовки и проведения круглого стола по проблемам использования профессионального водолазного труда на гидротехнических сооружениях транспортной инфраструктуры морских и внутренних водных путей, электроэнергетики, защитных сооружений. Мы поддерживаем эту инициативу и готовы провести все необходимые приготовления к данному мероприятию. Тем более это может оказаться полезным, если удастся организовать такой диалог в общероссийском масштабе в рамках готовящегося на 25 ноября 2010 г. Первого съезда водолазов России.

**НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО**  
**«АССОЦИАЦИЯ ВОДОЛАЗОВ»**



**Объединяет профессионалов, способных сегодня выполнить любые, самые сложные водолазные, подводно-технические и гидростроительные работы:**


**Обследования грунта и подводных частей сооружений**

- Поиск и уничтожение взрывоопасных предметов
- Проектирование и гидростроительство
- Судоподъем
- Подводная сварка и резка
- Подводное бетонирование
- Дноуглубительные работы и очистка дна
- Подводная археология
- Регистровые осмотры судов




Россия, Санкт-Петербург, ул. Решетникова, д. 17, корп. 2  
Тел.: (812) 388-10-32  
www.kirkinspb@mail.ru

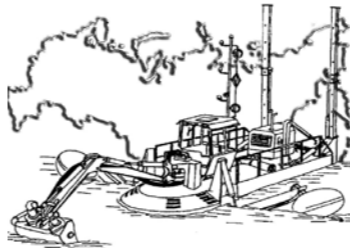
**МАТЕРИАЛ ОПУБЛИКОВАН ПРИ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКЕ КОМПАНИЙ:**



**ООО «Подводгазэнергосервис»**  
142717, Московская обл., Ленинский р-н, д. Беседы  
Тел. (495) 399-0657, факс (495) 355-9234, e-mail: pges@gazprom.ru

**Направления деятельности:**

- Ремонт подводных переходов
- Производство габионных конструкций
- Диагностика состояния подводных переходов
- Водолазные работы
- Внутритрубная диагностика подводного трубопровода
- Метрологическое обеспечение средств диагностики
- Строительство и ремонт гидросооружений
- Проектно-исследовательские работы



**ООО «ЭкоПетробалт»**  
199405 Санкт-Петербург, В. О., ул. Кораблестроителей, д.12, корпус 1, лит. Б, пом. 4 Н  
Тел. (812) 335-82-58, тел./факс (812) 335-82-59  
www.ecopetrobalt.narod.ru, watermaster@list.ru

**Направления деятельности:**

- берегоукрепление, строительство пирсов, причальных стенок;
- дноуглубительные и дноочистные работы;
- виброшпунтование, а также вибропогружение труб и деревянных свай;
- намыв пляжей на водоёмах с песчаным дном;
- очистка береговой линии от растительности;
- строительство траншей под дюкерные переходы.

**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.: (812) 909-66-82, (812) 911-17-96, факс: (812) 591-06-26

Эл.почта: psm-arta@yandex.ru  
www.vodolaz-psm.ru

## ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЙ СКРЕПЕР НА РАЗРАБОТКЕ ПОДВОДНЫХ ТРАНШЕЙ



Лиф М. М.,  
инженер-гидротехник,  
главный специалист  
ПТР ОАО «НП 6-й ЭОПТР»

ОАО «Народное предприятие «6-й экспедиционный отряд подводно-технических работ» — специализированная строительная организация, ведущая свою родословную от славного ЭПРОНа (Экспедиции Подводных Работ Особого Назначения).

География работы — от Балтики до Тихого океана, от Заполярья до Средней Азии.

Среди объектов отряда:

- ♦ Рассеивающий выпуск в р. Амур от очистных сооружений Амурского ЦКК.
- ♦ Главные водозаборы Хабаровска, Комсомольска-на-Амуре, Якутска.
- ♦ Морской глубоководный выпуск Таллинских очистных сооружений.
- ♦ Подводные опоры передаточного дока завода «Нерпа».
- ♦ Подводные переходы на белорусском участке трансконтинентального газопровода Ямал — Европа.
- ♦ Прокладка газопровода и конденсатопровода через р. Енисей.

Среди партнеров предприятия: ОАО «ПО СЕВМАШ», ОАО «НОРИЛЬСКИЗПРОМ», ОАО «ТАЙМЫРГАЗ», ОАО «БЕЛТРУБОПРОВОД-СТРОЙ», ОАО «ЛЕНГАЗСПЕЦСТРОЙ» и многие другие предприятия и организации.

Для начала выдержка из монографии российского «патриарха» в области проектирования и строительства подводных трубопроводов С. И. Левина.

«Гидромеханический скрепер представляет собой канатно-скреперную установку двойного действия... Режущие ножи с обеих сторон снаряда поочередно срезают ленту грунта толщиной от 100 до 300 мм... Грунт, продвигаясь по поверхности ножа, попадает под водяные струи, одновременно дробящие, размывающие и транспортирующие его на бровку подводной траншеи...

...В 1958–1959 гг. снаряд испытывали в полигонных условиях... На основании испытаний установлена техническая производительность снаряда в пределах от 40 м<sup>3</sup>/час при разработке тяжелой глины с включением гравия до 120 м<sup>3</sup>/час для илистых грунтов.

В результате испытаний сделаны следующие предварительные выводы:

1. Производительность агрегата значительно превышает производительность существующих канатно-скреперных установок.

2. Агрегат может быть использован для разработки подводных траншей в любых грунтах, включая предварительно разрыхленные скальные грунты.

...Окончательные выводы об эффективности использования гидромеханического снаряда на строительстве подводных переходов могут быть сделаны после испытания снаряда в различных производственных условиях». (Левин С. И.

Проектирование и строительство подводных трубопроводов. Гостоптехиздат, Москва, 1960.)

Авторами изобретения были Карунос Константин Владимирович и Вавицкий Юрий Иванович. Сконструирован снаряд был проектным бюро подводных работ «Гипроречтранс» (Москва) в 1959 г., а уже с 1960 г. на опытном заводе управления «Подводречстрой» было налажено серийное производство гидромеханических снарядов на автоходу, т. н. скрепер-пульпометов. В заявленных технических характеристиках ГСА-1 указывалась производительность по грунту 25–100 м<sup>3</sup>/час, наибольшая глубина (и ширина) разрабатываемой траншеи 3 м, максимальная длина разработки траншеи 450 м при допустимой предельной глубине опускания рабочего органа 20 м.

В комплект снаряда входили:

- ♦ рабочий орган, представляющий собой двухсторонний ковш-скрепер с смонтированным в него электрическим центробежным насосом, подающим воду на гидромониторные насадки;
- ♦ электрическая двухбарабанная лебедка ЭЛ-8 с тяговым усилием 8 тс;
- ♦ передвижной дизель-генератор мощностью 100 кВт;
- ♦ барабан с силовым кабелем, подвешиваемый на вспомогательном валу лебедки ЭЛ-8 и синхронно вращающийся совместно с рабочими барабанами.

Весьма оживленное использование скрепер-пульпометов экспедиционными отрядами «Подводречстрой» выявило ряд их существенных недостатков.



Рис. 1. Рабочий орган скрепера-пульпомета конструкции «Гипроречтранс» в прирезной части подводной траншеи. Снаряд оказался бессилен в гравийно-галечниковых грунтах

1. Снаряд оказался практически бессилен в гравийно-галечниковых и мореных грунтах (рис. 1).

2. Заявленная 3-метровая глубина разработки подводной траншеи достигалась только при наличии течения не менее 0,5 м/с, помогающего относить от бровки траншеи разрабатываемый грунт.

3. Достижение заявленной технической производительности имело место лишь при разработке траншей в грунтах I–II групп, формирующих русло при минимальных скоростях течения. И в этом случае глубина разработки траншеи ограничивалась 2 м.

4. Несовершенство системы охлаждения электродвигателя насоса подачи рабочей воды требовало периодических остановок во избежание перегрева, что заметно снижало производительность снаряда.

5. Недостаточная герметичность камеры электродвигателя насоса требовала периодического подъема рабочего органа на поверхность для удаления просачивающейся в камеру заборной воды, что также не способствовало популярности снаряда у подводных строителей.

В итоге, практически скрепер-пульпометы имели на объектах «Подводречстрой» весьма ограниченное применение.

Но в условиях тотально-распределительной системы технического обеспечения поставляемые в комплекте скрепер-пульпомета большегрузный автомобиль, передвижная электростанция, скреперная лебедка были весьма кстати в скудно снабжающихся подразделениях «Подводречстрой», и отряды охотно подавали заявки на все новые комплекты снарядов.

Тем не менее здоровая идея совмещения процесса скреперования с удалением грунта за бровку подводной траншеи дала толчок к появлению в самом западном из тогдашних подразделений «Подводречстрой» — 6-м Экспедиционном отряде подводно-технических работ (г. Калининград) — снаряда для разработки подводных траншей действительно во всех грунтах, кроме целиковой скалы VII группы и выше, т. н. гидронежа.

Свое название снаряд получил от «ножа» бульдозера (рис. 2), явившегося основой конструкции рабочего органа, к которому с поверхности по напорным рукавам подавалась рабочая вода от высоконапорного насоса. Одна часть рабочей воды подавалась на вертикально расположенные по нижней образующей «ножа» размывные сопла, разрыхляющие грунт дна траншеи и способствующие заглублению «ножа» в забой, а другая часть — к наклонно расположенным вдоль режущей кромки «ножа» направляющим соплам, измельчающим снятую грунтовую «стружку» и транспортирующим грунт на нижнюю бровку (рис. 3). При этом соотношение подачи рабочей воды к размывным и транспортирующим со-



Рис. 2. Первый «гидронеж», сделанный из бульдозерного ножа-отвала. Река Неман, Каунас, 1964 г.

плам подбирались в зависимости от характера разрабатываемого грунта. В несвязных грунтах, к примеру, размывные сопла вообще глушили, а в твердых глинах, естественно, усиливали размыв.

Сам рабочий орган — «гидронеж» — первоначально опускали на вертикальных штангах с обеспечивающей плавплощадки, что несколько напоминало «плавучий бульдозер», приводимый в движение береговой лебедкой.

Авторами идеи «гидронежа» были тогдашний начальник отряда Георгий Михайлович Черников и начальник «литовской» подводно-технической группы Павел Андреевич Багуль.

Явно выраженный «административный ресурс» благоприятствовал внедрению поначалу не очень жизнеспособной конструкции.

Испытания опытного образца проводились летом 1964 г. в тяжелых грунтовых условиях реки Неман в Каунасе. Как и следовало ожидать, заглубление «ножа» в забой, благодаря размывным соплам, шло довольно успешно, а выброс грунта на бровку — увьи!

Глубина разработки траншеи, как и у пульпомета, ограничивалась 3 м.

В 1966 г. «гидронеж» оснастили гидрожетором, отбрасывающим пульпу за нижнюю бровку траншеи. Отказались и от вертикальных штанг, соединяющих «нож» с обеспечивающей плавплощадкой, а для предотвращения «кувыркания» буксируемого тросами рабочего органа последний оснастили «дышлом» (рис. 4). Глубина разрабатываемой траншеи реально достигла 4,5 м при ширине по дну до 3,5 м.



Рис. 3. Первый «гидронеж», как и скрепер-пульпомет, смывал грунтовую стружку за пределы траншеи

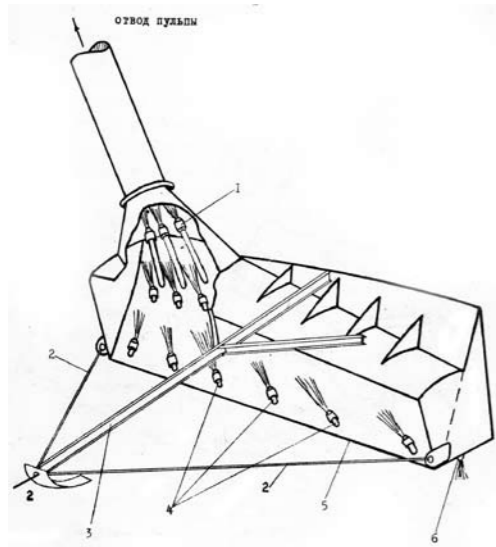


Рис. 4. Гидронож одностороннего действия:

1 — насадки эжектора; 2 — тяговый трос; 3 — «дышло» для устойчивости; 4 — транспортирующие насадки; 5 — режущая кромка ножа; 6 — разрыхляющие насадки (10 шт.)

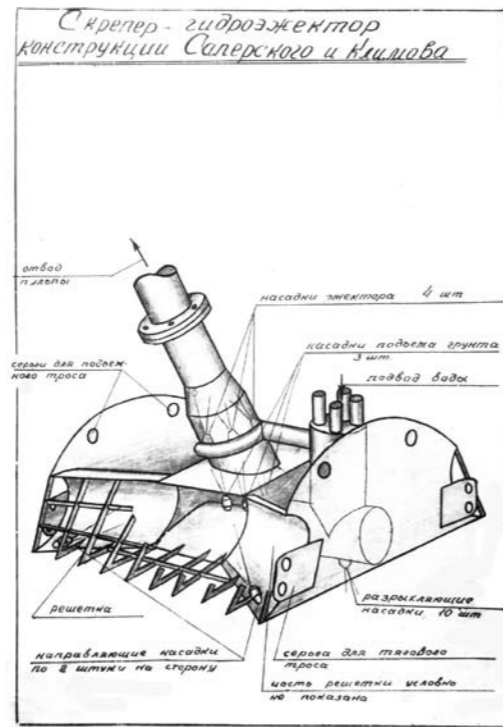


Рис. 5. Первый двусторонний «гидронож» конструкции Климова — Саперского меньше всего напоминал нож бульдозера

К 1968 г. «гидроножом» были разработаны траншеи на двух десятках объектов общим объемом порядка 60 тыс. м<sup>3</sup> разработанного грунта.

В качестве скреперной лебедки использовалась «пульпометовская» ЭЛ-8, подача рабочей воды от дизель-насосной установки ГМ-360 (двигатель ЗД-12 и насос ЗВ 200 х 4. Расход — 400 м<sup>3</sup>/час, напор — 140 м в. ст.). От насоса, расположенного на обеспечивающей плавплощадке (рис. 6), рабочая вода подавалась по трем-четырем напорным гидромониторным рукавам Д = 65 мм (других не было). Рукава эти, гофрированные, армированные стальной спиралью, рассчитанные на давление 18 атм, поставались коленами по 18 м. Были они достаточно тяжелыми (3 кг/п. м), но весьма надежными, износостойкими.

Скреперная лебедка располагалась на берегу. Удержание обеспечивающей плавплощадки в рабочем створе и синхронное перемещение ее вслед за «ножом» обеспечивали, в зависимости от гидрологических и судоходных условий, или якорными лебедками, или с помощью «маятникового» якоря, или (чаще) с помощью вспомогательного троса, натягиваемого параллельно рабочему несколько выше по течению.

Бросающаяся в глаза «односторонность» снаряда быстро начала преодолевалась рационализаторами отряда.

В 1968 г. работниками «белорусской» подводно-технической группы отряда Афанасием Федотовичем Климовым и Виктором Федоровичем Саперским была разработана, изготовлена и внедрена первая конструкция «гидроножа» двустороннего действия (рис. 5). Новый рабочий орган меньше всего напоминал «нож» бульдозера, а больше соединенные в пару и развернутые в противоположные стороны скреперные ковши с проемами в затылочных частях, объединенных в грунтоприемную камеру, из которой пульпа отбрасывалась гидроэжектором за бровку траншеи.

Увы, «гидронож Климова — Саперского» оказался эффективным лишь при разработке несвязных песчано-гравелистых грунтов и заметно уступал одностороннему «гидроножу Багуля — Черникова» в усилении на режущей кромке «ножа».

Данный недостаток достаточно успешно был преодолен в рабочем органе, разработанном автором (рис. 7), предло-



Рис. 6. Подача рабочей воды к «гидроножу» осуществлялась от дизель-насосной установки ГМ-360



Рис. 7. «Гидронож» конструкции Лифа преодолел недостатки предшественников, но приобрел собственные

жившим режущие кромки попеременно работающих «ковшей» расположить в пересекающихся плоскостях. Приемная грунтовая камера была оборудована перекидной заслонкой, отсекающей подсос воды со стороны нерабочего «ковша», а прижимной эффект усилия рабочего троса с одновременным уменьшением отрицательного воздействия «холостого» троса оптимизировался путем применения системы скользящего крепления тягового такелажа.

Оснащенный мощными рыхлящими зубьями рабочий орган еще больше стал похож на сцепку двух скреперных ковшей, а более острый угол атаки режущих кромок позволил отказаться от направляющих сопел в пользу размывных и, главное, транспортирующих. Зато были предусмотрены направленные перпендикулярно оси движения горизонтальные сопла, призванные интенсифицировать процесс обрушения откосов траншеи и уширения ее до требуемых размеров.

В лето 1975 г. данный рабочий орган был успешно применен на разработке подводной траншеи при строительстве дюкера через реку Нерис в Вильнюсе. При ширине рабочего органа 2,2 м в тяжелых мореных грунтах (глина с валунами) удалось разработать подводную траншею шириной по дну 4, 5 м и уложить в нее две трубы диаметром 1420 мм.

Дальнейшая эксплуатация «гидроножа Лифа» выявила, в свою очередь, один существенный недостаток: в грунтах с обильным включением камней вход в грунтоприемную камеру, защищенную камнеудерживающей решеткой, перекрывался камнями и «гидронож» начинал работать как обычный скрепер.

Идея отказа от ковшевидной конструкции рабочего органа снова возобладала, тем более что в распоряжении отряда появились более мощные скреперные лебедки, сначала с усилием 13 тс (Л-59), а потом и 30 тс (ЛС-301). Водоподающим агрегатом оставалась дизель-насосная установка ГМ-360.

Разработчиками наиболее работоспособной конструкции «гидроножа», оставшейся практически неизменной на протяжении трех десятилетий, стали инженеры Дубинин Владимир Александрович, Кукушкин Александр Евгеньевич и Леонов Владимир Федорович.

В основу своей конструкции они практически взяли два односторонних «гидроножа» и, развернув в противоположные стороны, объединили общей рамой, создав между «ножами» кузовное пространство, позволяющее использовать его и как ловушку для встречающихся по трассе крупных камней, и как емкость для загрузки балласта, увеличивая устойчивость и массу рабочего органа и усиливая эффект механического рыхления дна разрабатываемой траншеи. Дополнительно усилие на режущей кромке регулировалось высотой крепления тягового такелажа. Получившему достаточную устойчивость «гидроножу» уже не требовалось стабилизирующее «дышло», а кажущийся недостаток — наличие двух выбросных эжектирующих труб не являлся существенным.

Переключение подачи рабочей воды в зависимости от направления движения рабочего органа выполнялось с помощью смонтированной на «ноже» трехходовой клапанной камеры, «вожжи» от которой были вынесены на обеспечивающую плавплощадку, что на относительно небольших рабочих глубинах вполне устраивало.

За 30-летний период (от начала 70-х до конца 90-х) «гидроножами» 6-го отряда были разработаны уже сотни подводных траншей на реках Литвы и Белоруссии (рис. 8).

При этом никогда не фиксировалась техническая производительность «гидроножа», ибо в зависимости от грунтовых условий разброс показателей отличался на порядок: на песчано-гравийных грунтах она могла достигать (особен-



Рис. 8. Разработка подводной траншеи через р. Днепр в р-не Орши в условиях скального грунта VI гр. (доломит). 1997 г.

но в начальный период разработки траншеи) 100–200 м<sup>3</sup>/час, а на особо твердых глинах или доломите 5–10 м<sup>3</sup>/час.

Оглядываясь назад можно уверенно заявлять, что в условиях наличия многообразного ряда гидравлических экскаваторов, на относительно мелководных реках Прибалтики и Белоруссии «гидроножи» оказались бы неконкурентоспособны (что начало и происходить) и должны были бы уйти в историю вместе с уходящим веком.

Однако неожиданно получилось, что гидромеханический скрепер рано записывать в перечень «орудий труда прошлого века».

В 2000 г. ОАО «Норильскгазпром» озаботилось проблемой строительства нового газопроводного дюкера через р. Енисей в р-не Дудинки с безусловным заглублением трубы в дно реки на всем протяжении сечения русла. А параметры этого сечения оказались весьма впечатляющими: ширина русла 2200 м, глубина в межень 45 м. Да и грунтовые условия не расслабляющие: 30% подводной траншеи проходит по твердым глинам с обильным включением камней, прикрытым валунно-галечниковым плащом мощностью до 1,5 м.

Имеющиеся на тот момент в распоряжении российских строителей земснаряды едва достигали половины требуемой глубины опускания рабочего органа. Использование традиционной канатно-скреперной установки, не имеющей ограничений по глубине разработки, не обсуждалось ввиду низкой производительности, так же как и использование плуга, имеющего существенные ограничения как по глубине, так и по ширине разрабатываемой траншеи. Походя рассматривалась идея использования подводного бульдозера, но она не нашла реального продолжения. Итак, оставался «гидронож» — любимое и уже уходящее в историю детище 6-го ЗОПТР.

Правда, опытом применения «гидроножа» на переходах такого масштаба отряд не располагал, поэтому на первый план выступила разработка технологии работы в заданных гидрологических условиях и, соответственно, подготовка требуемой оснастки.

С учетом крайне сжатого строительного периода (июль-сентябрь) с целью увеличения производительности снаряда подачу рабочей воды решено было удвоить, применив две дизель-насосные установки ГМ-360.

Проблемным представлялся вопрос подачи рабочей воды от насосов к рабочему органу: использование традиционных гидромониторных рукавов диаметром 65 мм с учетом гидравлических потерь потребовало бы применения пучка из 12 рукавов, что при общей минимальной длине «пучка» 54 м весило бы вместе с соединениями 2,3 т и весьма затруднило бы



Рис. 9. Подача рабочей воды на «гидронож» осуществлялась от двух дизельнасосных установок ГМ-360 по двум рукавам диаметром 150 мм. 2002 г. р. Енисей

работу. После достаточно напряженных поисков решено было остановиться на применении двух резиноканевых рукавов диаметром 150 мм каждый, длиной по 60 м (рис. 9). Переключение подачи рабочей воды на рабочем органе выполнили с помощью пневмоцилиндра, питаемого от компрессора высокого давления, размещаемого на обеспечивающей плавплощадке.

Непростым оказался вопрос обеспечения синхронно с рабочим органом перемещения обеспечивающей площадки: натянуть вспомогательный трос длиной более 2 км с берега на берег и пустить по нему роликовую подвеску было немыслимо. Оптимальным решением оказалось использование «подрезного понтона», перемещаемого вдоль свободно проложенного по дну реки поддерживающего троса с помощью установленной на нем «турочки», запитанной и управляемой с обеспечивающей плавплощадки (рис. 10).

Канатоемкость барабанов имеющихся в распоряжении отряда скреперных лебедок ни в коей мере не обеспечивала необходимую потребность, и после анализа возможных вариантов решено было использовать две устанавливаемые на противоположных берегах серийные тяговые лебедки ЛП-152 с тяговым усилием до 150 тс и канатоемкостью барабана (при диаметре троса 43,5 мм) 1600 м.

А с учетом возможности создания достаточно приличного тягового усилия сам рабочий орган изготовили более утяжеленным для достижения большего эффекта механического рыхления и максимального использования энергии рабочей воды для транспортировки грунта.

В лето 2001 г. работы по разработке подводной траншеи перехода магистрального газопровода через р. Енисей с помощью гидромеханического скрепера-«гидроножа» были



Рис. 10. Оптимальным решением синхронного перемещения обеспечивающей плавплощадки (слева) явилось применение «подрезного понтона» (справа). 2002 г. р. Енисей



Рис. 11. «Гидронож» последнего поколения. Рабочие удаляют камни из кузовной емкости. 2002 г. р. Енисей

относительно успешно выполнены. «Относительно», потому что, к сожалению, из-за многочисленных простоев, связанных с порывами тяговых тросов, трехмесячного рабочего периода на разработку траншеи в проектом варианте не хватило: недоработанным оказался наиболее глубоководный участок, наименее проблемный по грунтовым условиям, составляющий менее 15% сечения русла. Зато на наиболее тяжелом по грунтовым условиям правобережном склоне протяженностью 600 м траншея была выполнена практически в проектом варианте, местами достигая глубины 6,8 м.

Для разработки подводной траншеи в 2002 г. под газоконденсатный трубопровод через р. Енисей снова для «Норильскгазпрома» и снова в районе Дудинки рабочий орган, опираясь на полученный опыт, был заметно усовершенствован (рис. 11): продольный профиль «гидроножа» стал более распластаным, что уменьшало лобовое сопротивление скапливающихся перед решетками камней и кусков глины, разбиваемых дополнительно установленными над решетками смывными соплами, уменьшилось до минимума количество направляющих и транспортирующих сопел, а нижние размывные сопла получили отдельную распределительную камеру, что позволило не только упростить включение/выключение размывных сопел по мере необходимости, но и практически исключить случаи забивки сопел гравием. Увеличилась и высота/дальность выброса пульпы на бровку траншеи, что, кстати, позволило в осенне-зимний период 2006 г. на строительстве канализационного дюкера в Строгино осуществить с помощью модернизированного «гидроножа» разработку траншеи в русле р. Москвы глубиной 8 м при ширине по дну 9 м. И здесь «гидронож» продемонстрировал еще одно свое преимущество: возможность ведения подводных земляных работ в ледовый период, когда обычно другие плавтехсредства находятся на зимнем отстое.

В совершенствовании технологии работы и конструкции «гидроножа» на сей раз внесли значительный вклад, помимо

автора, инженеры Шувалов Михаил Владимирович и Ильин Роман Леонидович.

Да, сегодня на водоемах для разработки подводных траншей появились достаточно мощные зарубежные земснаряды, но, в отличие от гидромеханической скреперной установки, основным рабочим органом которой является «гидронож» 6-го отряда, они имеют ограничение и по глубине разработки, и по сезонности использования, и по грунтовым условиям, и по возможностям доставки к месту работы.

Поэтому экономически оправданная область применения гидромеханических скреперов вошла в достаточно четко очерченные рамки:

- значительные, более 20 м, глубины;
- тяжелые грунты;
- отсутствие возможности привлечения современных высокопроизводительных снарядов.

И это позволяет надеяться, что почти полувековой опыт использования «гидроножа» будет иметь реальное продолжение.



ОАО «НАРОДНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
6-Й ЭКСПЕДИЦИОННЫЙ ОТРЯД  
ПОДВОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ»

236039 г. Калининград, ул. Эпроновская, 17  
Т.: (4012) 64-52-33, 65-62-26, ф.: (4012) 64-48-01  
E-mail: epron-6@mail.ru

# WATERKING МАШИНЫ-АМФИБИИ

Waterking — это экскаватор-амфибия, который предназначен для эксплуатации в сложных природных условиях, в частности, заболоченной местности. Он способен передвигаться как по суше, так и по воде. Пересечение болотистых местностей, канав, прудов, озер не составляет проблем — машина не проваливается и не тонет. Благодаря широким гусеницам на понтонах обеспечивается максимальное сцепление машины с полотном пути. Поставляются 4 модели в категории машин весом от 8 до 25 тонн включительно.

### Широкая сфера эксплуатации Waterking

- работы в болотистой местности
- работы в дельтах рек
- землечерпальные работы
- обустройство (переоборудование) отстойников
- прокладка трубопроводов
- установка ограждений для водоемов
- реставрационные работы в природных зонах
- восстановление экологического баланса



	ТЕХНИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ WATERKING ЗЕМНОВОДНЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ			
	WK 80	WK 150	WK 220	WK 250
Общий вес	12 т	20 т	29 т	33 т
Двигатель	DOOSAN	DOOSAN	DOOSAN	DOOSAN
Мощность двигателя	40,7–56,5 кВт	71 кВт	110 кВт	129 кВт
Давление на полотно (грунт)	0,110 кг/см <sup>2</sup>	0,110 кг/см <sup>2</sup>	0,110 кг/см <sup>2</sup>	0,110 кг/см <sup>2</sup>
Стандартная длина вылета	6,60 м	9,00 м	9,50 м	10,50 м
Длина вылета (опция)	9,00 м	12,50 м	15,50 м	16,50 м
Объем ковша	0,2–0,4 м <sup>3</sup>	0,3–0,7 м <sup>3</sup>	0,5–1,2 м <sup>3</sup>	0,65–1,5 м <sup>3</sup>
Угол	20°	20°	20°	20°
<b>Понтон</b>	<b>UK 80</b>	<b>UK 150</b>	<b>UK 220</b>	<b>UK 250</b>
Вес понтона	8 т	12 т	16 т	18 т
Длина понтона	6,00 м	7,25 м	8,25 м	9,50 м
Ширина понтона	1,05 м	1,50 м	2,00 м	2,00 м
Высота понтона	1,40 м	1,60 м	1,68 м	1,68 м
Гусеничный ход	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь
Ширина колеи	1,00 м	1,40 м	1,80 м	1,80 м
Цепь	2 цепи 6"	2 цепи 6"	3 цепи 6"	3 цепи 6"

### Стандартная модель:

- Кабина с кондиционером
- Кресло Grammer
- Дополнительная гидравлическая функция
- Набор инструментов
- Ковш

### Опции:

- Дополнительное освещение для работ
- Центральная система смазки
- Несколько гидравлических функций
- Дополнительный топливный бак
- Различная длина гиков

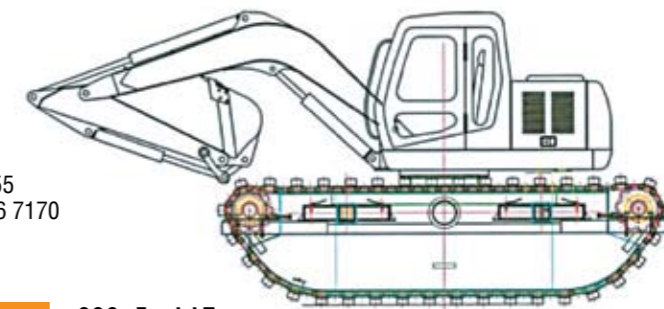
### Дополнительное оборудование:

- Боковые понтоны, обеспеченные гидравлическими сваями
- Сортировальный грейферный ковш
- Гидравлические ножницы
- Дереворезущий инструмент
- Землесос
- Ковши различных типов
- Быстросъемное зажимное приспособление
- Виброблок



Генеральное управление сбыта:

Фирма WW-Planung GmbH  
 Германия: Vogelsberger Str. 7a  
 а/я 1109 – 36392 Steinau a. d. Strasse  
 Контакт: Германия – 0049 (0) 171 — 40 69 055  
 Контакт: Россия и СНГ – 0049 (0) 176 — 2436 7170  
[www.waterking.bagger-amphibien.de](http://www.waterking.bagger-amphibien.de)



Дилер по России и СНГ:



ООО «Графт»  
 125047 Москва, Тверская-Ямская 4-я улица, д. 2/11, стр. 2  
 Тел. +7 (499) 130-31-83, e-mail: info@grafft.ru  
[www.grafft.ru](http://www.grafft.ru)

Международная конференция



# Портовая 2010 инфраструктура

отель «Холидей Инн Московские Ворота», Санкт-Петербург

Среди тем конференции:

- Эксплуатация и безопасность гидротехнических сооружений.
- Современные антикоррозийные материалы и средства защиты бетона.
- Новинки перегрузочной техники.
- Обеспечение электроснабжения объектов порта.

В конференции примут участие руководящие сотрудники портов: Санкт-Петербург, Мурманск, Архангельск, Таллинн, Клайпеда, Рига, Усть-Луга. Также приглашены руководители филиалов ФГУП «Росморпорт» в портах Севера и Северо-запада России.

Конференция пройдет в узком профессиональном кругу, что будет способствовать налаживанию новых деловых контактов. Это лучшая площадка в России по обмену опытом в области гидротехнического строительства, а также эксплуатации и обслуживания портовой техники. Наша цель содействовать лучшему информированию специалистов российских стивидорных компаний об инновациях в этой области.

сайт: **www.BSForum.ru**

Телефон для справок и регистрации участников  
**+ 7 (8617) 71-31-01**

Телефон для спонсоров конференции  
**+ 7 (8617) 65-24-34**

**Факс: + 7 (8617) 71-62-20**

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

Black Sea Forum: 353900, Россия, Краснодарский край, г. Новороссийск, ул. Карамзина 23 Б



# 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.*

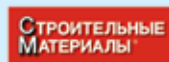
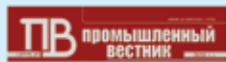
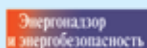
**ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:**

- 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 | www.mirexpo.ru



производственное объединение

**БЕРЕГСТАЛЬ**

**ПО «БерегСталь» завод ООО «Форма»**

Тел.: (812) 495-08-06, 495-09-97, факс: (812) 710-84-87,

e-mail: [beregstal@gmail.com](mailto:beregstal@gmail.com), [www.beregstal.ru](http://www.beregstal.ru)



## **Весь спектр стальных свай**

- Производство и поставка шпунтовых систем из элементов полукруглого профиля для строительства гидротехнических и подземных сооружений.
- Производство и поставка стальных трубчатых свай для морских платформ, причалов, фундаментов.
- Производство монтажа и сварных работ по стыковке шпунтовых свай и береговых укреплений.
- Предложение решений по оптимальному конструированию шпунтовых стенок с использованием свай переменного сечения.