

# ГИДРОТЕХНИКА

Природная стихия — обеспечение безопасности.  
Морские ГТС. Гидроэнергетика. Внутренние водные пути.  
Речные ГТС. Строительные технологии и материалы.  
Подводно-техническое оборудование

№ 4 (29)  
2012

Октябрь — декабрь 2012



## ООО «ТРЕСТ ЗАПСИБГИДРОСТРОЙ»



20 лет истории  
трубошпунта в России

160000 тн  
высококачественной  
продукции

14 модификаций  
и патентов



40 км подпорных стен

Ни одной  
рекламации



**35 лет**  
**(1977-2012)**

Ни одного разрыва

Всего 3 клиновых  
шпунтины



Гарантия качества  
изделий  
и строительно-монтажных  
работ







Замок WOM-WOF



Технология, позволяющая создавать надёжные трубошпунтовые стенки с высокой несущей способностью



## СВАИ И ТРУБОШПУНТ для гидротехнического строительства

ЗАО «Торговый Дом «ТМК»  
105062, Россия, Москва, ул. Покровка, д.40, стр. 2а  
тел.: +7 495 775-7600, факс: +7 495 775-7601  
e-mail: tmk@tmk-group.com, www.tmk-group.ru

### ОБРАЩЕНИЕ РЕДАКЦИИ

*«Природы не стоит бояться. У человека во взаимоотношениях с природой всегда есть выбор: или жить в гармонии с ней, уйдя от цивилизации, или научиться ею управлять — с помощью цивилизации и науки».*

*Фридрих Энгельс*

#### Уважаемые читатели!

Последний в этом году выпуск журнала полностью посвящен проблемам безопасности — во всех аспектах этого понятия. Сформировать раздел, посвященный природным катаклизмам и чрезвычайным ситуациям, в предотвращении и борьбе с которыми гидротехника играет, безусловно, важнейшую роль, нас побудили события на Кубани. Трагедия в Крымске произошла в тот день, когда мы получили из типографии предыдущий номер (№ 3/2012), где большой содержательный блок был посвящен гидротехническому строительству в южных регионах России. В нем, как и во многих предыдущих номерах на протяжении четырех лет существования журнала, специалисты буквально «кричали» о необходимости системы мер по берегозащите; по защите территорий, людей, объектов от паводков и селевых потоков, об утрате межведомственных связей в решении данных проблем, о множестве «бесхозных» ГТС, игнорировании итогов научных исследований, минимизации изыскательских работ, противоречивости и несовершенстве нормативной базы и многом другом. Самое печальное, что не были услышаны, хотя не ставили вопросы «что делать» и «кто виноват», а предлагали эффективные технологии, способы и средства, позволяющие ПРЕДОТВРАТИТЬ невосполнимые потери человеческих жизней и огромный экономический ущерб. И задаешься вопросом: что более способствовало трагедии — природная стихия, в условиях которой люди жили веками, или вечный «человеческий фактор», все чаще имеющий лишь отрицательную окраску. Эффективные технологии защиты от природных катастроф предлагаются и в этом номере ведущими специалистами разных отраслевых направлений. Хочется верить, что эти меры будут рассмотрены на государственном уровне и реализованы во всех регионах, где климатические условия могут обернуться чрезвычайными ситуациями.

В каждом разделе этого номера представлен практический, современный и накопленный исторически, опыт российских и зарубежных специалистов; научные, инженерные, производственные решения, управленческие меры, технические средства, которые так или иначе влияют на обеспечение надежности ГТС, их безопасной эксплуатации. И человеческий фактор мы постарались показать как высочайший профессионализм, ответственность за результаты своего труда, конструктивный подход к решению любой задачи — тогда он становится определяющим принципом эффективной деятельности. Проблема безопасности межотраслевая и многогранная, и для ее решения видится острая необходимость в обмене достижениями, разработками, эффективными технологиями. Надеемся, что многие из них будут выдвинуты в приоритет, в том числе и теми ведомствами, которым поручено на государственном уровне управлять вопросами безопасности.

*Главный редактор Татьяна Ильина*

## ПОДПИСКА НА 2013 ГОД

С 2013 года подписка на журнал «ГИДРОТЕХНИКА» будет осуществляться на платной основе. Надеемся, что вы отнесетесь к этому с пониманием, а стоимость годовой подписки — 2 600 рублей — будет приемлемой для любой компании и не станет препятствием в получении журнала, который в течение четырех лет приходил к вам регулярно и бесплатно.

Переход на платную подписку прежде всего обусловлен значительным удорожанием в 2012 году полиграфических и курьерско-почтовых услуг. Кроме того, перед редакцией всегда стояла задача максимально представлять журнал в регионах России и за рубежом, наращивать межотраслевые и межведомственные связи, чтобы каждая публикация — как научного, методического, так и рекламного характера, — находила широкий отклик, и журнал был полезен авторам, рекламодателям в реализации научных разработок, технологий, продукции и профессиональных возможностей. Этот маркетинговый принцип останется главным в нашей работе, но расширение сферы деятельности требует дополнительных финансовых вложений. В течение четырех лет редакция сформировала значительный спектр мероприятий, на которых представлен журнал — это крупные выставки и конференции самых разных отраслей и производственных направлений: энергетика, строительство, объекты морского и речного транспорта; водохозяйственный комплекс, океанология, экология; нефтегазовая, химическая промышленность, металлургическое производство, горнодобывающая промышленность и многие другие. Однако мы смогли охватить смежные с гидротехникой мероприятия, проводимые преимущественно в Москве и Петербурге, Краснодарском крае и СКФО. Ваша финансовая поддержка в виде оформленной подписки на журнал поможет редакции существенно расширить представление журнала на региональных событиях, которые не менее значимы, чем в столицах.

Для оперативной организации подписки и контроля доставки в редакции сформирован специальный отдел, с которым вы можете связаться по телефону в Петербурге (812) 640-03-34 или по e-mail: [dostavka@hydroteh.ru](mailto:dostavka@hydroteh.ru), а также отправить бланк подписки, напечатанный на предпоследней странице номера, по факсу (812) 712-90-48. Кроме того, вы можете оформить подписку на сайте [www.hydroteh.ru](http://www.hydroteh.ru) с любой удобной для вас формой оплаты, в случае наличного расчета — распечатать квитанцию Сбербанка об оплате подписки.

Мы выражаем признательность всем компаниям, которые уже оформили подписку на 2013 год, и очень надеемся, что журнал будет и дальше широко востребован специалистами.

*С уважением, руководитель отдела подписки и доставки — Ольга Кудрявцева*



## ГИДРОТЕХНИКА

**Раздел 1**

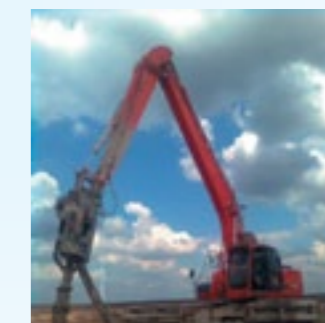
<b>ПРИРОДНАЯ СТИХИЯ. СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ</b> .....	4–29
Кривошей В. А. О проблемах безопасности на водных объектах России.....	4
Волосухин В. А., Щурский О. М. Наводнения на Кубани. Проблемы и задачи.....	6
Волосухин В. А., Чижов Е. А., Чижов А. Е., Новиков С. Г., Чижов М. Е. Наводнения в п. Новомихайловском Краснодарского края: обоснование защиты.....	10
Строительство в прибрежных курортных регионах: взгляд из Сочи. Итоги научно-практической конференции.....	14
Шахин В. М., Колосов М. А. Саморегулируемые водохранилища — эффективный способ защиты от ливневых паводков.....	16
Евраз: шпунтовые сваи для южных регионов.....	19
Басс О. В., Каррырев Б. С., Сотников Д. С. Сейсмическая уязвимость и безопасность гидротехнических сооружений на водных объектах Калининградской области.....	20
Вода — бесценное наследие: Решение II Международной научно-практической конференции.....	23
Тарбаева В. М. Вредное воздействие вод и меры по его предупреждению и ликвидации на Северо-Западе России.....	26

**Раздел 2**

<b>МОРСКИЕ ГТС. ПОРТОВАЯ ИНФРАСТРУКТУРА</b> .....	30–58
Гуткин Ю. М. Об определении отпора перед экранящими стенками бойлеров.....	30
Макаров К. Н. Проблемы проектирования и строительства морских гидротехнических сооружений на Черноморском побережье России.....	36
Дивинский Б. В., Куклев С. Б. Современные методы анализа резонансных свойств защищенных акваторий.....	40
Ерашов В. П. Берегозащита: современные технологии и проекты.....	43
Тлявлин Р. М., Тлявлиня Г. В., Ярославцев Н. А., Петров В. А. Имеретинская низменность. Проблемы берегозащиты.....	46
Смирнов В. М. Малые гидротехнические сооружения рыбной отрасли: проблемы безопасной эксплуатации.....	50
Погружные насосы Damen DOP — универсальный инструмент для грунтовых работ.....	54

**Раздел 3**

<b>ГИДРОЭНЕРГЕТИКА</b> .....	59–77
Обеспечение безопасности и надежности гидротехнических сооружений и оборудования ГЭС — приоритетная задача ОАО «РусГидро».....	60
Серяпин Д. А. Опыт реконструкции гидромеханической колонки электрогидравлического регулятора на Загорской ГАЭС.....	64
Майзель Ю. П. Надежность облицовок валов гидротурбин.....	69
Эффективная гидроизоляция бетонных конструкций на объектах гидроэнергетики от группы компаний «Пенетрон-Россия».....	76

**Раздел 4**

<b>ВНУТРЕННИЕ ВОДНЫЕ ПУТИ. РЕЧНЫЕ ГТС</b> .....	78–90
Мельник Г. В., Школьников С. Я. Абстрактная «безопасность».....	78
Гидролокатор бокового обзора EDGETECH 4125P от компании «МАРИМЕТР».....	84
Левачев С. Н., Мельник Г. В., Даревский В. Э., Федорова Т. С. Напряженно-деформированное состояние стен камеры шлюза № 2 Канала имени Москвы.....	85

**Раздел 5**

<b>СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ</b> .....	91–112
Неретин А. В., Пятаков В. Г. Технология расширения наливного хвостохранилища в условиях ограниченного земельного отвода.....	92
Геосинтетические материалы российского производства.....	95
Бутырский И. М., Вострецов С. П. Противофильтрационная защита основания солеотвалов.....	97
Феномен «Треста Запсибгидрострой». К 35-летию компании.....	102
Фаткуллин В. В. Современные технологии ремонта и обеспечения надежности гидротехнических сооружений: опыт компании «Вармастрой».....	107
Трубы б/у в строительстве: «авось» или ноу-хау.....	109

**Раздел 6**

<b>ПОДВОДНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ</b> .....	113–126
Джуматаев Т. А. Применение инновационных технологий в подводном обследовании ГТС.....	113
Как обеспечить водолазные работы в условиях низких температур.....	117
Боровиков П. А. Водолазное дело России — первые шаги (XVIII – начало XIX вв.).....	120
ПОДПИСКА НА 2013 год.....	127

## ПРИРОДНАЯ СТИХИЯ. СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

### О ПРОБЛЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ НА ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ РОССИИ



**Кривошей В. А.,**  
доктор техн. наук, президент  
научно-технического центра водохозяйственной  
безопасности «ВОДА И ЛЮДИ: XXI ВЕК»

*The article by V. A. Krivosheya «About water safety in Russia» shows basic water bodies problems: water low quality, lack of security blanket of hydraulic constructions; danger to life and nature, yearly caused by high waters, temporary torrents and floods. There are disaster statistics on the water bodies of Russia of the last 15 years, analysis of causes and possible ways to solve the problems in the article.*

Сегодня на водных объектах России три крупных проблемы.

**Первая проблема** непосредственно связана с качеством воды водных объектов. Более 50% населения употребляют воду, не соответствующую требованиям стандартов. Из-за болезней ежегодный ущерб для экономики и населения превышает 70 млрд руб.

**Вторая проблема** связана с безопасностью гидротехнических сооружений. Аварийность на российских ГТС превышает среднемировой показатель в 2,5 раза. Ежегодно на ГТС происходит до 60 аварий со средним ущербом в действующих ценах до 10 млрд руб.

**Третья проблема** касается вредного воздействия вод в период прохода половодий и паводков. От наводнений страдают тысячи людей. Общий ежегодный ущерб превышает 40 млрд руб.

Особенностью первой проблемы является ее «незаметность». Она незаметно наносит вред экономике и тихо убивает людей. Вторая и третья проблемы всегда на виду, их трудно не заметить. Они всегда вызывают значительный общественный резонанс. Создаются всевозможные комиссии по расследованию причин случившегося, возбуждаются уголовные дела, делаются различные заявления, но опять же — необходимых решений по недопущению подобного в будущем не принимается.

За последние 20 лет аварий и катастроф было множество. Вот лишь некоторые факты.

В 1993 г. в Свердловской области было разрушено Киселевское водохранилище, в результате чего был затоплен город Серов, а общий ущерб, по данным в ценах 1993 г., составил 63,3 млрд руб.

В 1994 г. в Башкортостане была разрушена Тирлянская плотина. Погибли 29 человек, ущерб в ценах 1994 г. — 52,3 млрд руб. В этом же году разрушена западная нитка самого большого в мире Пермского шестикамерного шлюза. До сих пор это сооружение не восстановлено.

В 1998 г. в результате мощных затопов на средней и нижней Лене в зоне затопления оказались 203 населенных пункта с населением более 500 тыс. человек. Были затоплены 15403 жилых дома, из которых полностью были разрушены 483. Были эвакуированы 52 тыс. жителей, 26 человек погибли. Суммарный ущерб от наводнения составил более 2 млрд руб.

В 2001 г. в результате затопления г. Ленска были полностью разрушены 2692 дома и повреждены 1527 домов. Из зоны затопления пришлось эвакуировать 41 тыс. человек. Общий ущерб составил более 8 млрд руб.

В 2002 г. в результате разрушения напорного фронта Невинномысского гидроузла на р. Кубани в Южном федеральном округе было разрушено и повреждено около 40 тыс. домов, пострадало примерно 380 тыс. человек, погибло 114 человек. Общий ущерб превысил 18 млрд руб.

Не менее сложной оказалась ситуация в 2005, 2006 и 2007 гг., когда также были затоплены тысячи домов и важнейших объектов экономики.

К сожалению, должных выводов сделано не было, в результате чего мы получили новые еще более страшные аварии. На Саяно-Шушенской ГЭС при аварии погибли 75 человек, ущерб составил примерно 40 млрд руб. В 2011 г. утонул пассажирский теплоход «Булгария», погибли 122 человека, а в 2012 г. затоплен г. Крымск с гибелью более 160 человек.

Все идет по нарастающей. И причины этого не в природе, не в изменении климата, а прежде всего в отсутствии эффективной системы управления водным хозяйством и неспособности принимать превентивные меры. Водное хозяйство раздроблено и управляется отдельными министерствами и ведомствами, владеющими в основном производственными фондами водного хозяйства. Сотни разрозненных государственных организаций и их филиалов, работающих на водных объектах и гидротехнических сооружениях, дублируют и решают схожие задачи. При этом даже на одном гидроузле могут работать несколько эксплуатирующих организаций, подведомственных различным министерствам и ведомствам, — работать по своему разумению, имея различную нормативно-правовую и нормативно-техническую базу, различный эксплуатационный персонал и различную охрану.

Характерным примером неразберихи в водохозяйственном комплексе является в первую очередь Краснодарский край. На реке Кубани, например, расположены пять крупных гидроузлов, принадлежащих разным ведомствам. Усть-Джегутинский и Невинномысский гидроузлы находятся в ведении Минсельхоза России, Краснодарский — в ведении Федерального агентства водных ресурсов, Федоровский — в совместном ведении Минсельхоза России и Федерального агентства морского и речного транспорта, Тиховский — в ведении Минсельхоза России. Крупные судоходные шлюзы, входящие в эти гидроузлы, также подведомственны различным организациям. Краснодарский судоходный шлюз находится в ведении Федерального агентства водных ресурсов, Федоровский — в ведении Минсельхоза России и Федерального агентства морского и речного транспорта, два судоходных шлюза Тиховского гидроузла — в ведении Минсельхоза России. Естественно, в таких условиях обеспечить безопасность на водных объектах и эффективно использовать государственное имущество практически невозможно. Тем более что никакой слаженной политики в области водного хозяйства не существует, координация действий не осуществляется. Все потихоньку «пилят» свой сук, дожидаясь новой аварии.

Положение в части обеспечения безопасности на водных объектах и эффективности использования государственного имущества усугубляется неуклюжестью организационной структуры, некомпетентностью специалистов, не имеющих квалификации в области водного хозяйства. Нет квалифицированных специалистов и в федеральных агентствах, а отсюда нет и четкого понимания, что нужно делать.

В этих условиях федеральные органы исполнительной власти не могут адекватно реагировать на процессы, происходящие на водных объектах, и, тем более, не могут определить цели, поставить задачи и выделить приоритеты для изменения ситуации к лучшему. «Золотой дождь», пролившийся в последние годы на водные объекты, решить задачу эффективного использования водного хозяйства страны и обеспечения безопасности на водных объектах не может.

Серьезного внимания требует нормативно-правовое обеспечение. Введенный в действие с 01.01.2007 г. Водный кодекс Российской Федерации не учитывает имеющиеся на водных объектах проблемы и еще больше усложняет и запутывает взаимоотношения между собственником водных ресурсов и водопользователями. Плохо выполняется действующее законодательство, несвоевременно разрабатываются технические регламенты и др.

Исходя из изложенного и в целях преодоления негативных тенденций на водных объектах России, представляется целесообразным кардинальное изменение существующей системы управления водными объектами, существенное изменение водного законодательства и повышение профессионального уровня управленческих кадров соответствующих ведомств. Кадры должны подбираться не по принципам клановости и сервильности, а по профессионализму, владению проблемами и способности их решать.

Только в этом случае могут быть достигнуты результаты по минимизации негативных последствий на водных объектах. Только в этом случае можно избежать новых аварий и катастроф.



# НАВОДНЕНИЯ НА КУБАНИ. ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ



**Волосухин В. А.,**  
доктор техн. наук, профессор,  
заслуженный деятель науки РФ,  
директор Института безопасности  
гидротехнических сооружений  
(г. Новочеркасск)



**Щурский О. М.,**  
заместитель начальника  
управления государственного  
энергетического надзора  
Федеральной службы по  
экологическому, технологическому  
и атомному надзору (г. Москва)

*The article by V. A. Volosukhin and O. M. Schurskiy is devoted to problems of floodings in the Kuban region of Russia. There is the analysis of flood causes happened in July, 2012, which killed inhabitants of Krymsk in Krasnodar region of RF. There are the parameters of hydraulic structures and water reservoirs affecting the protection of areas against high waters in details. The safety measures are needed to protect population in the affected areas and floods damage minimization are considered.*

Июльское наводнение на Кубани относится к категории выдающихся. Российский Национальный центр управления в кризисных ситуациях работал в особом режиме уже с первых часов субботы 7 июля. Благодаря оперативно принятым мерам потенциальные потери в регионе чрезвычайной ситуации (ЧС) были значительно снижены. Всего, по данным МЧС России, было спасено 872 человека, проведена эвакуация 2912 человек. К сожалению, в зоне ЧС погиб 171 человек, из них наибольшее количество погибших — в г. Крымске. Станица Крымская в этом году отмечает свое 150-летие, статус города Крымск получил только 28 мая 1958 г.

**Главной причиной** наводнения стал сильнейший ливень, когда всего за сутки выпала треть от годовой нормы осадков. Суточный максимум осадков повторяемостью 1 раз в 100 лет (до июля 2012 г.):

- для Неберджаевского водохранилища (наблюдения ведутся с 1959 г., пункт наблюдения за осадками установлен на высоте 170 м (Нпл = 170 м) был равен 191 мм (6 и 7 июля 2012 г. выпало 292 мм осадков);
- для метеостанции г. Крымск (открыта в 1928 г., Нпл = 35 м) — 89,5 мм (в июле 2012 г. — 220 мм);
- для метеостанции г. Новороссийска (открыта в 1891 г., Нпл = 37 м) — 173 мм (суточный максимум в июле 2012 г. в Новороссийске — 275 мм, в Геленджике — 280 мм). Июльская месячная норма осадков для данного региона составляет 70–100 мм.

**Вторая причина** — плотная застройка в Крымске вдоль реки Адагум, плюс множество мостов. В итоге вся вода кати-

лась одним потоком в реки Адагум (длина  $L = 18,2$  км, площадь водосбора  $A = 357$  км<sup>2</sup>), Баканку ( $L = 29$  км,  $A = 179$  км<sup>2</sup>), Неберджай (правый приток р. Адагум,  $L = 6,1$  км,  $A = 111$  км<sup>2</sup>), Липки (левый приток р. Неберджай,  $L = 16$  км,  $A = 53,8$  км<sup>2</sup>), Богаго (правый приток р. Неберджай,  $L = 14$  км,  $A = 43$  км<sup>2</sup>), переполняя их, собираясь между застройками, накапливалась и уже оттуда шла той самой волной, которая смывала впоследствии все на своем пути.

Гидропост на реке Адагум в г. Крымске действует с 01.06.1923 г. (89 лет). Гидропост перенесен 15.10.1940 г. (срок наблюдений — 71 год). Площадь водосбора — 328 км<sup>2</sup>, расстояние от устья до гидропоста в г. Крымске 620 м, объем выпавших осадков ливневого характера в бассейне р. Адагум в июле 2012 г. составил расчетно 72,2 млн м<sup>3</sup> (коэффициент стока — 0,78%).

**Третья причина** — мосты и мостовые переезды, водный поток проходил выше перил железнодорожного и автомобильных мостов и в обход их. То есть сечения подмостовых строений, которые интенсивно забивались деревьями, кустарниками и т.д., не пропускали водный поток.

**Четвертая причина** — накопление водных масс в бассейне р. Адагум, чему способствовали оползни, сход селевых потоков, разрушение бесхозного пруда в бассейне р. Баканки. В горных реках совершенно другой процесс прохождения паводка [2-8]. Большой перепад высот, состояние маленькое, большие уклоны — в итоге получают высокие скорости воды. Перед самим Крымском, по результатам измерений, расход воды составлял около 1300 м<sup>3</sup>/с



**Рис. 1.** Уровень воды в г. Крымске в период июльского паводка (2012 г.)



**Рис. 2.** Уровень затопления жилых домов в г. Крымске по состоянию на 7 июля 2012 г.



**Рис. 3.** Состояние автодорожного моста в г. Крымске после июльского паводка



**Рис. 4.** Жилой дом в г. Крымске после паводка (видны отметки уровня воды на 7 июля 2012 г.)

(по замерам гидропоста на автодорожном мосту г. Крымска).

**Пятая причина** — отсутствие гидродинамических моделей прохождения паводка в бассейне р. Адагум. В развитых странах для паводкоопасных рек разрабатываются гидродинамические модели, устраивают сооружения для разгрузки русел [2-8, 10].

К примеру, в США для аккумуляции паводкового стока используется около 2,5 тыс. водохранилищ, из них более 1700 (около 70%) — одноцелевого противопаводкового назначения. Их резервные противопаводковые емкости составляют более 300 млрд м<sup>3</sup>.

**Шестая причина** — неэффективная работа служб по предупреждению населения. Мэр города Крымска Владимир Улановский получил сообщение 6 июля в 22:00. Паводок начался в 2 часа ночи. То есть было 4 часа на выведение населения. На такие действия имеют право три структуры: органы местного самоуправления Крымского района (глава — Василий Крутько) и г. Крымска; сотрудники Управления по предупреждению чрезвычайных ситуаций Крымского района (и. о. руководителя Виктор Жданов), полиция — используя при этом все средства: сирены, громкоговорители, обход населения, находящегося в зоне риска.

Граждане, проживающие в зонах риска, должны знать об угрозе заблаговременно. Учет опасности затопления территории осуществляется уже на стадии разработки Генерального плана города и района. Согласно требованиям СНиП 2.07.01–89\* (2000 г.), пункт 9.3\*, не допускается размещение зданий и сооружений в зонах возможного затопления.

**Седьмая причина** — отсутствие учета опыта наводнений и их последствий на р. Адагум (2002 г.), балке Широкая —



**Рис. 5.** Последствия затопления жилых домов в г. Крымске по состоянию на 7 июля 2012 г.



**Рис. 6.** Состояние автодорожного моста в г. Крымске после июльского паводка

г. Новороссийск (2002 г.), р. Туапсинке (2010 г.), [2-5, 9, 10]. В результате наводнения в июне-июле 2002 г. в бассейне р. Кубани нарушилась жизнедеятельность четырех субъектов РФ. В зоне затопления оказались 213 населенных пунктов с населением около 230 тыс. человек, разрушено 10269 и повреждено 27202 жилых домов, повреждено 205 км газопроводов, 134 моста, 354 км автомобильных дорог, 221 км ЛЭП, 263 км водопроводов. Погибло 103 человека, общий ущерб составил 8 млрд 221 млн руб. В результате наводнения в августе 2002 г. в бассейне Широкой балки под Новороссийском, по данным МЧС России, погибло 58 человек, повреждено 7969 домов, 87,5 км дорог, 13,5 км водоводов, 81 водозабор, 26 мостов, 19 трансформаторных подстанций; в Черное море смыто два пассажирских автобуса «Икарус» и ПАЗ и более 30 легковых автомобилей. Ущерб составил более 3 млрд руб [2].

Для горных рек южного склона Кавказского хребта характерны катастрофические наводнения [2, 4, 6, 7, 8, 10]. На р. Туапсинке в августе 1991 г. и в октябре 2010 г. после выпадения интенсивных осадков расход и уровни реки достигли максимальной величины через 3 часа, а спад паводка до безопасных величин продолжался 14 часов. Расходы реки доходили до 1,5 тыс. км<sup>3</sup>/с (они определялись приближенно расчетным способом по следам, оставленным наводнениями). Следует отметить, что в отдельные годы в летнее время река пересыхает. Среднегодовые расходы р. Туапсинки — около 14 м<sup>3</sup>/с.

**Восьмая причина** — заиленность русла р. Адагум и ее притоков (р. Баканка, Неберджай и др.). В пределах г. Крымска пропускная способность русла всего 350–400 м<sup>3</sup>/с.

Снижению ущерба способствовала эффективная работа водохранилищ. За сутки 07.07.2012 Неберджаевское во-





Рис. 7. Жилой дом в г. Крымске после паводка (видны отметки уровня воды)

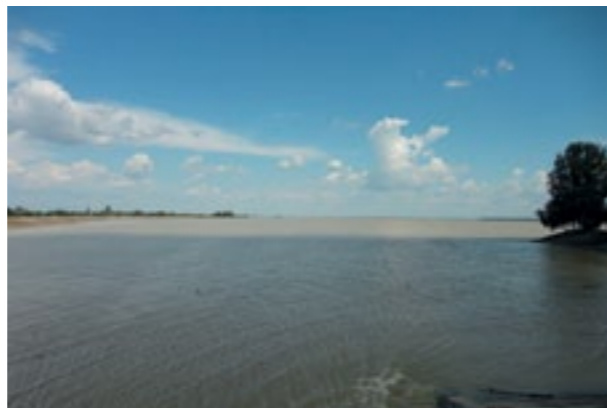


Рис. 8. Верхний бьеф Варнавинского водохранилища



Рис. 9. Трехпролетный шлюз-регулятор водосбросного сооружения Варнавинского водохранилища



Рис. 10. Оголовок шахтного водосброса Неберджаевского водохранилища



Рис. 11. Нижний бьеф шахтного водосброса Неберджаевского водохранилища

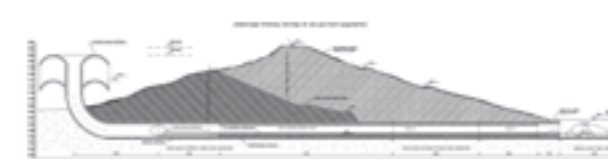


Рис. 12. Поперечный профиль Неберджаевского водохранилища

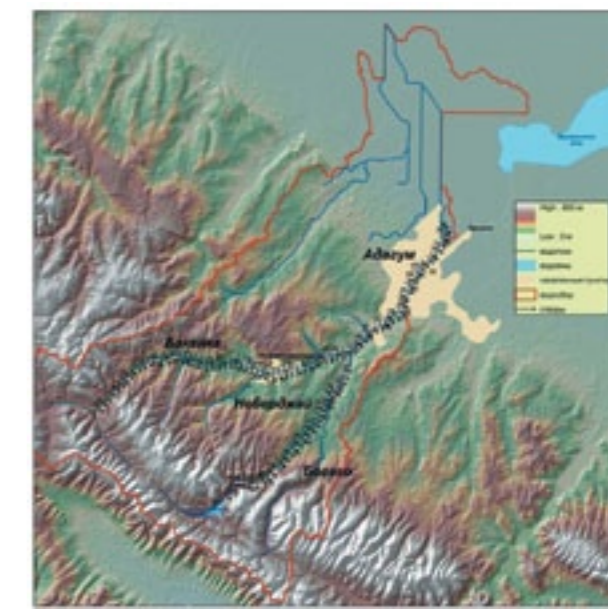


Рис. 13. Нижний бьеф шахтного водосброса Неберджаевского водохранилища

дохранилище аккумулировало около 3 млн. м<sup>3</sup> воды, Варнавинское — 56,2 млн м<sup>3</sup>, осуществляя при этом сброс в Варнавинский канал, расход 180 м<sup>3</sup>/с.

Среднесуточный приток расхода воды к Неберджаевскому водохранилищу составил, по инструментальным замерам, Q = 5,3 м<sup>3</sup>/с (06.07.2012), Q = 85,4 м<sup>3</sup>/с (07.07.2012), Q = 16,0 м<sup>3</sup>/с (08.07.2012), Q = 4,9 м<sup>3</sup>/с (09.07.2012). Среднесуточный сброс расхода воды через шахтный водосброс Неберджаевского водохранилища: Q = 0 м<sup>3</sup>/с (06.07.2012), Q = 42,7 м<sup>3</sup>/с (07.07.2012), Q = 20,8 м<sup>3</sup>/с (08.07.2012), Q = 4,9 м<sup>3</sup>/с (09.07.2012).

Следует отметить, что объем воды в Неберджаевском водохранилище на 23:50 6 июля 2012 г. составлял 3,3 млн м<sup>3</sup> (полный объем Неберджаевского водохранилища 8,1 млн м<sup>3</sup>, полезный — 7,2 млн м<sup>3</sup>) при отметке уровня воды в водохранилище 176,50 м (отметка нормального подпорного уровня (НПУ) 182,0 м, т. е. отметка воды в водохранилище была ниже НПУ на 5,5 м.).

По данным гидравлических исследований кафедры ГТС Московского государственного строительного университета (1994 г.), получена приближенная размерная зависимость пропускной способности шахтного водосброса Неберджаевского водохранилища в виде:

$$Q=70 \cdot H \sqrt{H}, \text{ м}^3/\text{с},$$

где H — напор на гребне водосливной воронки, м.

При форсированном уровне воды в Неберджаевском водохранилище (ФПУ — 183,5 м) H = 1,5 м и Q = 130 м<sup>3</sup>/с. Максимальный расход через шахтный водосброс был зафиксирован службой эксплуатации в 10 часов 7 июля 2012 г., и он составлял 80 м<sup>3</sup>/с (H = 1,1 м).

Неберджаевское водохранилище способствовало резкому паводкового расхода в р. Адагум, т. к. аккумулировано более 3,0 млн м<sup>3</sup> воды. Среднесуточный сброс из Неберджаевского водохранилища 07.07.2012 г. — Q = 42,7 м<sup>3</sup>/с — несопоставим со среднесуточным приходом воды в Варнавинское водохранилище, в этот день Q = 650 м<sup>3</sup>/с (W = 56,2 млн м<sup>3</sup>).

Отличительной особенностью прохождения паводков на горных и предгорных реках Северного Кавказа является резкий подъем уровня, сравнительно быстрое прохождение паводковых вод (в течение нескольких часов) [2, 8, 9, 12, 13].

Жители России откликнулись на трагедию в г. Крымске. Эффективную помощь пострадавшим по восстановлению систем жизнеобеспечения оказали структурные подразделения МЧС России, солдаты и офицеры Российской армии (Ростова-на-Дону, Волгограда, Майкопа, Буденновска, десантники из Новороссийска), 2,5 тыс. волонтеров. Значительную помощь пострадавшим оказывают федеральные органы власти, руководство Краснодарского края.

Проблема наводнения — комплексная, и одна из ее важнейших составляющих — это подготовка и наличие квалифицированных кадров гидрологов, гидротехников, строителей, специалистов в области имитационного моделирования ЧС природного характера (наводнения, землетрясения, оползни, цунами и др.). Снижению ущерба от ЧС в России будет служить ответственное отношение всего гражданского общества к проблеме наводнений.

К первоочередным работам по гидротехническим сооружениям в бассейне р. Адагум следует отнести:

1. Для длительно эксплуатирующегося Неберджаевского водохранилища (с 1959 г.), подающего ежедневно до 34 тыс. м<sup>3</sup> питьевой воды для г. Новороссийска (обеспечивает водой до 30% населения города), необходимо инструментально обновить объем заилиения, провести инженерно-геодезические изыскания в связи с возросшими сейсмическими нагрузками,

провести сканирование рельефа на водосборной площади 31,6 км<sup>2</sup> р. Липки, так и всей реки Неберджай до впадения в р. Адагум — для получения достоверной геодезической съемки после июльского паводка 2012 г.; осуществить корректировку рабочего проекта (2005 г.) реконструкции Неберджаевского водохранилища, с учетом действующей на текущий момент нормативно-правовой документации по безопасности ГТС; разработать рабочую документацию реконструкции Неберджаевского водохранилища, установить современное КИА, в том числе уровнемеры в бассейне р. Липки и на самом водохранилище, с дистанционным получением информации в режиме реального времени; реализовать ежемесячные балансовые расчеты (потери на фильтрацию через ложе водохранилища, тело плотин, испарение с поверхности водохранилища, коэффициент стока с водосборной площади и т. д.); обеспечить объект необходимой охраной и техническими средствами, произвести расчистку плотины, а также нижнего бьефа гидроузла от кустарника; разработать декларацию безопасности эксплуатируемого Неберджаевского водохранилища и реконструируемого ГТС в составе рабочего проекта; заключить договор страхового риска гражданской ответственности в соответствии с федеральным законом № 225-ФЗ от 27.07.2010 (ред. от 19.10.2011 г.); создать резерв материальных ресурсов для предотвращения и ликвидации аварийных ситуаций на ГТС, разработать и согласовать в органе надзора Правила эксплуатации ГТС и Инструкцию по ведению мониторинга безопасности ГТС.

2. Провести реконструкцию длительно эксплуатирующегося Варнавинского водохранилища (с 1971, ГТС IV класса), что предусмотрено ФЦП «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах» и на что выделяется 472 млн руб. бюджетных средств в период с 2012 по 2017 гг., — это обеспечит защиту затопления 39 тыс. га с/х земель, 10 населенных пунктов, в которых проживает 2077 человек.

#### Литература

1. Волосухин В. А. Сборник нормативно-методических документов, применяемых при декларировании безопасности гидротехнических сооружений. В 4 томах / В. А. Волосухин, Д. И. Фролов, О. М. Щурский, В. И. Пименов, А. В. Хныкин, С. П. Земцов, Я. В. Волосухин. Под ред. профессора В. А. Волосухина. Новочеркасск: ЛИК, 2012. Том 1. 634 с.; Том 2. 634 с.; Том 3. 624 с.; Том 4. 618 с.
2. Волосухин В. А. Наводнения на горных реках Черноморского побережья // Гидротехника. 2011. № 1 (22). С. 98–101.
3. Волосухин В. А. Прочность, жесткость и устойчивость противозонозных и противоселевых гидротехнических

сооружений / Защита народнохозяйственных объектов от воздействия селевых потоков: материалы Международной конференции по селям. Пятигорск, 17–21 ноября 2003. Пятигорск: Севкавгипроводхоз, 2003. С. 107.

3. Волосухин В. А., Пономарев А. А., Анахаев К. Н. Инженерная защита территории олимпийских объектов от селевых потоков // Гидротехника. 2011. № 3 (24). С. 76–79.

4. Волосухин В. А., Чижов Е. А., Чижов А. Е., Новиков С. Г., Чижов М. Е. Наводнения: проблемы снижения ущерба. Основания защиты // Гидротехника. 2011. № 2 (23). С. 46–51.

5. Данилов-Данилян В. И., Хранович И. Л. Управление водными ресурсами. Согласование стратегий водопользования. М.: Научный мир, 2010. 232 с.

6. Двадцать второе пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов (г. Новочеркасск, 2–4 октября 2007 г.). Доклады и краткие сообщения. Новочеркасск: НГМА, 2007. 234 с.

7. Лурье П. М. Водные ресурсы и водный баланс Кавказа. СПб.: Гидрометеиздат, 2002. 506 с.

8. О последствиях проливных дождей в Южном федеральном округе // Экология и жизнь. 2002. № 4. С. 54.

9. Проблемы безопасности водохозяйственного комплекса России. РАН: ИВП. Краснодар: ООО «Авангард плюс», 2010. 479 с.

10. Таратунин А. А. Наводнения на территории Российской Федерации. 2-е изд., испр. и доп. / Под ред. Н. И. Коронкевича. Екатеринбург: РосНИИВХ, 2008. 432 с.

11. Эрозионные и русловые процессы: сборник трудов / Под ред. Р. С. Чалова. М.: МАКС Пресс, 2010. Выпуск 5. 456 с. 12. www.ibgts.ru.

13. Последствия наводнения в Крымске (фоторепортаж) <http://www.yuga.ru/photo/polosa/1378.html>.



# НАВОДНЕНИЯ В П. НОВОМИХАЙЛОВСКОМ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ: ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ

**Волосухин В. А.,**  
доктор техн. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ,  
ректор Академии безопасности ГТС., г. Новочеркасск

**Чижов Е. А.,**  
директор предприятия ООО «Рассвет-К», г. Курск

**Чижов А. Е.,**  
канд. техн. наук, профессор, заместитель директора  
по НИР ООО «Рассвет-К», г. Курск

**Новиков С. Г.,**  
канд. техн. наук, доцент РГСУ, г. Курск

**Чижов М. Е.,**  
аспирант ИБРАЭРАН, г. Москва

Наводнения на причерноморских реках проходят фактически ежегодно. 21 августа 2012 г. произошло наводнение на р. Нечепсухо Туапсинского района Краснодарского края. Как показали события, русло реки Нечепсухо в том виде, какое оно есть сейчас, не смогло пропустить воды дождевого паводка из-за обмеления и заиления. Южный склон Большого Кавказа имеет три гидрологических сектора: Северо-Черноморский, Южно-Черноморский и Восточно-Кавказский. Северо-Черноморский сектор, к которому относится р. Нечепсухо, включает реки южного склона Большого Кавказа на участке от р. Катлама на северо-западе до р. Туапсе на юго-западе. Всего в секторе 664 реки [1, 2, 3] общей протяженностью 2441 км, следовательно, средняя длина рек составляет 3,2 км. Преобладают реки длиной до 10 км — их 627 (94,4%), с общей длиной 1453 км (67,9%). Рек с длиной от 10 до 25 км — 31 (4,7%), с общей длиной 481 км (22,5%). Малых рек, к которым относится р. Нечепсухо, с длиной от 25 до 50 км всего 6 (0,9%), их общая длина составляет 207 км (9,6%).

Наибольшую площадь водосбора имеет река Пшада ( $A = 358 \text{ км}^2$ ,  $L = 34 \text{ км}$ ), далее следует р. Туапсе ( $A = 352 \text{ км}^2$ ,  $L = 35 \text{ км}$ ), р. Шапсуго ( $A = 303 \text{ км}^2$ ,  $L = 48 \text{ км}$ ), р. Вулкан

*There is the course of flood events in Krasnodar region happened on the river Nechepsuho on the 21-th of August 2012 in the present article. The conclusions of flood causes were drawn. The recommendations for applying new equipment and technologies of dredging and river purification with using of dredgers equipped by flexible elastic floating pipelines and filter membranes made by Kursk enterprise LLC "Rassvet-K" are given. The final report concerning possible ways of flooding protection in Krasnodar region and other areas is made.*

( $A = 278 \text{ км}^2$ ,  $L = 29 \text{ км}$ ), р. Гастогай ( $A = 236 \text{ км}^2$ ,  $L = 35 \text{ км}$ ), р. Нечепсухо ( $A = 225 \text{ км}^2$ ,  $L = 26 \text{ км}$ ). Средний уклон р. Нечепсухо 18‰ (падение 18 м на 1 км), но он значительно изменяется по длине. На первых километрах составляет 240‰, а при впадении в Черное море не превышает 2–5‰.

Средняя высота водосбора р. Нечепсухо составляет 241 м. В устье р. Нечепсухо, как правило, недалеко от Черного моря возникает песчано-галечниковый вал высотой от 0,5 до 1,5 м и шириной до 20 м, сквозь который фильтруется пляжный сток.

В период паводка вал разрушается потоком воды, а затем образуется вновь.

Питание рек (664), в среднем для Северо-Черноморского сектора [2, 3, 4], составляют: дождевой сток — 54%, талый сток — 24%, подземное питание — 22%. Годовая амплитуда колебаний уровня воды рек Северо-Черноморского сектора значительно больше, чем в других секторах, т. к. он отличается регулярными интенсивными ливнями. К примеру, 12 ноября 1980 г. в результате дождевого паводка уровень р. Вулкан (п. Архипо-Осиповка) поднялся до 541 см и превысил средний многолетний (за 52 года) на 220 см, а минимальный уровень, отмеченный в 1929 г. (137 см), на 382 см.



**Рис. 1.** Береговая линия Черного моря вдоль поселка Новомихайловский Туапсинского района [10]



**Рис. 2.** Река Нечепсухо после паводка, август 2012 г. [10]



**Рис. 3.** Показатель застройки поймы р. Нечепсухо, ее заиления и захламенности [10]

В Северо-Черноморском секторе слой стока возрастает от 71 мм (р. Гастогай) до 1200 мм в бассейне р. Туапсе. Этим и обусловлены наводнения на р. Туапсе в 1991 г. и 2010 г. Реки Северо-Черноморского сектора за период половодья приносят от 60% до 70% годового стока. На большинстве рек отмечаются паводки — весенние (талого происхождения), летние, осенние, зимние (ливневого происхождения). Расходы в период паводка превышают предпаводочные в 15–53 раза. Следует отметить наибольшие расходы на р. Вулкан (п. Архипо-Осиповка)  $Q = 1050 \text{ м}^3/\text{с}$  (1980), р. Туапсе (г. Туапсе)  $Q = 950 \text{ м}^3/\text{с}$  (1991 г.),  $Q = 1500 \text{ м}^3/\text{с}$  (2010 г.), расход определен косвенно по следам в русле реки) [4, 6].

По данным ГУ МЧС России по Краснодарскому краю и Краснодарского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Росгидромета [9], дождь в Туапсинском районе начался 21.08.2012 г. в 19:00. Осадки начали увеличиваться в 23:40. Вопрос об ухудшении погодных условий и возможность возникновения чрезвычайной ситуации были рассмотрены в 16:00 на заседании комиссии по ЧС и ПБ в администрации Туапсинского района. Силы и средства были приведены в режим повышенной готовности. Работали системы оповещения в Туапсинском районе. В 23:45 посредством сирен и громкоговорителей было проведено оповещение населения о возможном подтоплении домов паводковыми водами р. Нечепсухо. В школе № 35 был организован пункт временного размещения для эвакуируемых. Все-



**Рис. 5.** Уровень подтопления жилых домов в п. Новомихайловском в период паводка на р. Нечепсухо [10]



**Рис. 4.** Разрушение жилых построек в п. Новомихайловском [10]

го было эвакуировано 39 человек, из них 9 детей [9]. В 1:18 уровень воды р. Нечепсухо стал увеличиваться. На 2:25 были подтоплены дома на улицах Ленина, Совхозной и Морской. К 4:00 осадки прекратились, и начался спад воды. Всего за период кратковременного паводка было подтоплено 800 домов, пострадало 1500 человек (из них 275 детей), погибли 4 человека, без электроэнергии остались 11400 человек. Пострадали три социально значимых объекта — участковая больница, школа, детский сад [9].

На ликвидации последствий паводка в п. Новомихайловском были задействованы 1350 человек личного состава и 222 единицы техники, на 80% это сотрудники и техника ГУ МЧС России по Краснодарскому краю. Если при паводке на р. Туапсе в 2010 г. очевидцы утверждали, что основные осадки принес смерч (торнадо, тромб), то при паводке на р. Нечепсухо таких сведений не поступало. По данным ГУ МЧС России по Краснодарскому краю [9], по состоянию на 8:00 обстановка в п. Новомихайловском стабилизировалась, паводковая вода ушла в Черное море. К сожалению, у авторов нет данных о количестве выпавших осадков и коэффициенте стока с водосборной площади р. Нечепсухо. Если предположить, что сток с водосборной площади составил 100 мм, то максимальный расход р. Нечепсухо в устье составлял около  $700 \text{ м}^3/\text{с}$ . У служб предупреждения чрезвычайных ситуаций в п. Новомихайловском было около 7 часов для развертывания временных инженерных сооружений (гибких



**Рис. 6.** Земснаряд, оснащенный гибким плавающим грунтопроводом диаметром 219 мм (производитель ООО «Рассвет-К»)



водонаполняемых длинномерных дамб высотой до 3 м и длиной до 100 м) [5] для защиты домов и социально-значимых объектов.

К сожалению, в последние годы в недостаточных объемах производится расчистка рек южного склона Большого Кавказа для обеспечения безопасного пропускания паводковых вод. Это связано как с плохой организацией работ, отсутствием финансовых средств, так и с непониманием важности и актуальности проблемы по очистке рек и каналов, невозможностью использовать морально устаревшее оборудование гидромеханизации на малых реках. Существующие земснаряды имеют большую осадку и габариты, они маломаневренные, оснащены стальными понтонами и грунтопроводами с шаровыми соединениями, подвержены сильному гидроразрывному износу, не способны работать в стесненных руслах и на малых глубинах.

Сложный рельеф местности, захламливание берегов рек и густая застройка в населенных пунктах (рис. 3), наиболее подверженных воздействию стихийных бедствий, не позволяют отводить площадки для организации хранилищ намываемого грунта. Нередко санитарно-эпидемиологические и экологические нормы вообще исключают возможность создания таких отстойников.

Для снижения последствий, связанных с наводнениями, на наш взгляд, необходимо создавать новую технику гидромеханизации, способную эффективно проводить дноуглубительные, руслоочистительные и скалооборочные работы. Необходимо использовать комбинированный способ производства дноуглубительных работ, транспортировки и хранения донных отложений в условиях плотной застройки по берегам рек.

Применение полимерных композиционных материалов позволяет решать часть этих задач.

При выборе полимерных материалов надо иметь в виду, что они должны соответствовать ряду технико-экономических и эксплуатационных требований:

- минимальной массе и стоимости;
- высоким гидравлическим характеристикам;
- стойкости к циклическим и ударным нагрузкам;
- высокой ремонтпригодности;
- атмосферо-, свето- и водостойкости;
- стойкости к гидроразрывному износу и истиранию [11].



Рис. 7. Быстровозводимая дамба

Перспективным является создание земснарядов с малой осадкой (до 0,5 м) и гибкими эластичными грунтопроводами, позволяющими работать в условиях стесненных русел (рис. 6), в зонах потенциального наводнения для проведения дноуглубительных и руслоочистительных работ, что позволяет увеличить пропускную способность рек в период наводнения.

Гибкие эластичные грунтопроводы производства ООО «Рассвет-К» имеют срок службы по гидроразрывному износу в 5–8 раз больше, чем у стальных трубопроводов, не требуют шаровых соединений, могут изготавливаться в плавающем варианте с поплавками, выполненными из устойчивого к механическому воздействию пенополиэтилена, или с пневматическими поплавками. Радиус изгиба гибкого плавающего трубопровода составляет 12 его диаметров, энергозатраты на перемещение 1 м³ грунта снижаются на 20–30% за счет уменьшения потерь напора по длине и на местные сопротивления.

При рекультивации и восстановлении водных объектов альтернативой существующим отстойникам могут служить геотекстильные контейнеры из фильтровального материала высокой прочности, позволяющие утилизировать, обезвреживать и уплотнять илы как технологического, так и природного происхождения. Донные отложения разрабатываются земснарядом и подаются по напорному пульпопроводу. Земснаряд используется для подачи осадка практически любой производительности, а технологический комплекс с использованием контейнеров способен принять любой объем подаваемой пульпы. Контейнеры по конструкции бывают неразъемные и разъемные, например, с наложенными внахлест поверхностями с отверстиями и вставленными в них люверсами для последующего шнурования наложенных частей. Извлекаемые донные осадки могут быть использованы как удобрения для выращивания сельхоз культур.



Рис. 8. Плоский грунтопровод, намотанный на барабан

Неразъемный контейнер (рис. 7) представляет собой тканый геотекстиль, изготовленный в виде плоского заторцованного рукава различных размеров — в зависимости от требуемых объемов обезвреживания и размеров отведенной территории. Контейнеры могут быть изготовлены из нефилтующего материала, тогда при закачке пульпы и небольших доработках (намывка грунта) они могут быть использованы как берегоукрепляющее сооружение — быстровозводимые дамбы любых размеров, воздвигнутые в наиболее опасных местах.

Нами разработано и запатентовано несколько оригинальных конструкций быстровозводимых дамб и оболочек, которые могут быть временно использованы для ликвидации чрезвычайных ситуаций на период устройства основных защитных сооружений, позволяющих выиграть время для эвакуации людей из зоны стихийного бедствия [12, 14, 15].

В качестве напорных пульпопроводов для закачки донных отложений в геотекстильные контейнеры или при работе землесосных снарядов на береговые отвалы мы рекомендуем комплектовать их гибкими длинномерными плоскостворачиваемыми грунтопроводами с фланцами и приспособлениями для их транспортировки, монтажа и демонтажа на берег и с берега с использованием лебедок концевых понтона.

Диаметр гибких плоских грунтопроводов в рабочем состоянии может быть до 1200 мм, длина до 100 м, рассчитаны на рабочее давление до 1 МПа. Гибкие плоские грунтопроводы отличаются малой массой: один метр плоской трубы диаметром 325 мм весит не более 4 кг. При диаметре более 1200 мм плоские трубы переходят в разряд гибких оболочек.

Такая особенность гибких плоскостворачиваемых грунтопроводов, как эластичность, позволяет перевозить их намотанными на барабан (катушку). На рис. 8 представлен плоский грунтопровод диаметром 219 мм, длиной 30 м, намотанный на барабан диаметром 800 мм.

Раскладка плоского грунтопровода с катушки на берег осуществляется с помощью лебедки концевых понтона и кантас-блока, установленного на берегу. Монтаж плоского трубопровода на берегу или в месте предполагаемых работ можно осуществлять на территориях со сложным рельефом, используя транспортные средства. Катушка с плоским трубопроводом устанавливается консольно на трактор. Начальный конец плоской трубы подключается к насосной установке, и трубопровод практически готов к работе, время монтажа трубопровода фактически определяется скоростью движения транспортного средства [13].

Гибкий облегченный грунтопровод, расположенный консольно над земснарядом, можно использовать при очистке рек и каналов с подъемом пульпы на 30–40 м в незаселенные места с выравниванием земляной поверхности.

На основании анализа продукции предприятия ООО «Рассвет-К» из полимерных композиционных материалов мы рекомендуем предприятиям гидромеханизации, организациям, проводящим очистку малых рек, следующие изделия:

1. гибкие напорные грунтопроводы;
2. гибкие плоскостворачиваемые грунтопроводы;
3. фильтрующие оболочки (геотубы);
4. гибкие цилиндрические оболочки для создания временных дамб и плотин, для проведения берегозащитных работ.

**Литература**

1. Владимиров Л. А. Водный баланс Большого Кавказа. Тбилиси: Мецниереба, 1970. 140 с.
2. Водный баланс Кавказа и его географические закономерности / Л. А. Владимиров, Г. Н. Гигинейшвили, А. И. Джавахишвили, Н. Н. Хакарошвили. Тбилиси: Мецниереба, 1991. 141 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР, гидрологическая изученность. Т 9. Закавказье и Дагестан. Вып. 1. Западное Закавказье. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 312 с.
4. Лурье П. М. Водные ресурсы и водный баланс Кавказа. Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 2002. 506 с.
5. Волосухин В. А., Чижов Е. А., Чижов А. Е. Наводнения: проблемы снижения ущерба. Обоснование защиты // Гидротехника. 2011. № 2 (23). С. 46–50.
6. Волосухин В. А. Наводнения на горных реках Черноморского побережья // Гидротехника. 2010–2011. №№ 4 (21)—1 (22). С. 98–101.
7. Концепция ФЦП «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах». Утверждена распоряжением Правительства РФ 28.07.2011 г. № 1316-р.
8. Концепция ФЦП «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2015 года». Утверждена распоряжением Правительства РФ 29.03.2011 г. № 534-р.
9. www.23mchs.gov.ru.
10. www.livekuban.ru — интернет-дневник Краснодарского края «Живая Кубань».
11. Чижов Е. А., Чижов А. Е., Новиков С. Г. Перспективы применения полимерных материалов в гидромеханизации // Гидротехника. 2009. № 2. С. 56–57.
12. Чижов Е. А., Чижов А. Е., Новиков С. Г. Быстровозводимые гибкие дамбы и оболочки // Гидротехника. 2009. № 3. С. 64–66.
13. Чижов Е. А., Чижов А. Е., Новиков С. Г. Эластичные грунтопроводы // Гидротехника. 2010. № 1. С. 56–59.
14. Волосухин В. А., Новиков С. Г., Чижов Е. А., Чижов А. Е. и др. Защитное гидротехническое сооружение. Патент № 2291931 от 20 января 2007 г.
15. Волосухин В. А., Новиков С. Г., Чижов Е. А., Чижов А. Е. и др. Защитное гидротехническое сооружение. Патент № 2374385 от 27 ноября 2009 г.
16. Волосухин В. А., Чижов Е. А., Чижов А. Е., Новиков С. Г., Чижов М. Е. Наводнения: проблемы снижения ущерба. Обоснование защиты // Гидротехника. 2011. № 2. С. 82–86.

ООО фирма «Рассвет-К»  
г. Курск, ул. Народная, 7 «А»  
Тел./факс 8 (4712) 73-47-73  
Тел. 8 (4712) 73-47-72  
Тел. 8 (4712) 73-47-71  
E-mail: rassvet-k@yandex.ru  
www.rassvet-k.ru  
www.gruntprovod.ru





## СТРОИТЕЛЬСТВО В ПРИБРЕЖНЫХ КУРОРТНЫХ РЕГИОНАХ: ВЗГЛЯД ИЗ СОЧИ

Resolution of the VII International research and training conference «Construction in the coastal resort areas» that was holding on the 14-19-th of May 2012 in Sochi and was devoted to arrangements for the Winter Olympic Games of 2014 in Sochi is published.

В период с 14 по 19 мая 2012 г. в г. Сочи на базе Инженерно-экологического факультета Сочинского государственного университета (ИЭФ СГУ) совместно с научно-производственной фирмой «Инжзащита» (г. Сочи), ООО «Морстройтехнологии» (г. С.-Петербург), ООО «ВЭЛСТ-проект» (г. Сочи), ООО «Геоцентр» (г. Сочи) была проведена седьмая международная научно-практическая конференция «Строительство в прибрежных курортных регионах». Конференция была посвящена подготовке к зимним Олимпийским играм 2014 года в г. Сочи.

Оргкомитет конференции возглавляли декан ИЭФ СГУ А. И. Ткачев и директор ООО «Инжзащита» А. А. Пономарев. В состав оргкомитета входили заведующие кафедрами и ведущие специалисты ИЭФ СГУ, а также других научных и проектно-строительных организаций.

Конференция привлекла внимание большого числа экспертов из России и из-за рубежа. Район Большого Сочи в настоящее время представляет собой гигантскую инновационную площадку, на которой одновременно реализуются несколько амбициозных проектов, в том числе — направленных на формирование гидротехнических объектов:

- строительство морского портового комплекса Имеретинский;
- реконструкция порта Сочи с превращением его в гавань для крупных круизных лайнеров (существующий порт Сочи преобразуется в яхтенную гавань);
- создание восьми терминалов морских прибрежных пассажирских перевозок (причалов для судов прибрежного плавания);
- реконструкция Приморской набережной;
- берегозащитные мероприятия в Имеретинской низменности.

Высокий уровень строительной активности, возможность получения уникального практического опыта способствовали повышенному интересу к конференции, в ее работе приняли участие ученые и производственники из одиннадцати высших учебных заведений и научных организаций и восьми производственных фирм России, Украины, Белоруссии, Армении и Абхазии, в том числе восемнадцать докторов наук. Всего в конференции приняли участие более шестидесяти ученых и специалистов-практиков.

Основные темы докладов были сгруппированы в следующие секции:

1. Здания и сооружения курортных и спортивных комплексов, повышение их сейсмической устойчивости.
2. Гидротехническое строительство в прибрежной зоне.
3. Экологическая и энергетическая безопасность курортных регионов.
4. Транспортные проблемы курортных городов.
5. Проблемы дизайна архитектурной среды и эстетические проблемы городов-курортов.

6. Экспертиза и управление недвижимостью в курортных регионах.

7. Ландшафтное строительство в курортных регионах. По итогам конференции как особо значимые и перспективные выделены следующие научные направления и результаты исследований:

1. Методика расчета сейсмических воздействий на здания и сооружения на основе энтропийной теории (Пересыпкин Е. Н., Юрченко Е. Е., Юрченко Е. А.).
2. Исследования влияния прочности бетона на несущую способность железобетонных элементов и признаков ложного схватывания цемента (Иваненко Н. А., Иваненко А. Н., Какосьян А. А., Григорян А. Т., Горлова А. А.).
3. Обоснование гипотезы циклического характера активности оползневых процессов на Черноморском побережье Кавказа и анализ основных факторов возникновения оползней в Сочинском регионе (Онопrienко М. Г., Гудкова Н. К.).
4. О необходимости повышения сейсмической устойчивости существующих зданий и транспортных сооружений региона Большого Сочи в свете нового сейсмического районирования региона (Кочф Г. Л., Борсукова О. В., Джинчвелашвили Г. А., Чеснокова И. В.).
5. Научное обоснование проектирования и реализации берегозащитных мероприятий и дреджинга в прибрежно-морских зонах (Пешков В. М., Чусов А. Н., Шилин М. Б., Леднова Ю. А., Лукьянов С. В., Дзаганя Е. В., Макаров К. Н., Макаров Н. К.).
6. Исследования природных условий Имеретинской низменности в Адлерском районе г. Сочи для обоснования проектных решений по ее инженерной защите (Балабанов И. П., Кочф Г. Л., Лещенко С. В.).
7. Предложения по совершенствованию методов расчетов гидродинамических характеристик морских побережий (Катлине Коблев А. Х., Снегирев В. С.).
8. Перспективные конструкции гидротехнических сооружений (Кочф Г. Л., Субботин М. В.).
9. Современное состояние и перспективы развития характерных участков побережья Абхазии (Дбар Р. С., Медведовский В. В., Крыленко В. В., Крыленко М. В., Пешков В. М.).
10. Проблемы загрязнения и самоочищения воды в прибрежной зоне Черного моря (Шевцов В. С., Погорельцев Ю. Р.).
11. Анализ и предложения по совершенствованию работы водозаборных и водоочистных сооружений и глубоководных выпусков сточных вод в г. Сочи (Куликов Н. И., Куликова Е. Н., Приходько Л. Н.).
12. Экологические аспекты отделочных материалов (Багдасарян И. Р.).
13. Исследования экологического состояния вод Черного и Азовского морей (Шевцова Н. Т., Круглякова Р. П., Дядюшкина Н. С.).

14. Эндогеодинамическая активность Азово-Черноморской прибрежно-шельфовой зоны (Глазырин Е. А., Фоменко В. А.).

15. Организация устойчивой городской среды и проектирование специализированных городских территорий — тематические парки, молодежные зоны, сети культурно-бытового обслуживания, набережные (Козинский О. Ф., Козинская О. В., Смирнова И. В., Караулова Е. Ю., Киба М. П., Лешок А. В., Мусяенко В. В., Козинская Д. О., Дегтярева И. А.).

В ходе дискуссий по тематике докладов участниками конференции были определены наиболее актуальные проблемы гидротехнического строительства в прибрежных курортных регионах:

1. Поспешность принимаемых решений по развитию инфраструктуры береговой зоны в ущерб устойчивости. Неучет экстремальных природных факторов, в том числе редких («линза прибой» и др.), нередко приводит к разрушению готовых конструкций; некоторые объекты фактически строятся по два раза.
2. Размещение практически всей инфраструктуры строящихся объектов в зоне пляжа, т. е. в динамически активной зоне, где все сооружения и конструкции будут нуждаться в постоянной защите.
3. Низкий уровень исполнения проектов подрядчиками — строительными фирмами. Отказ от использования старых СНиПов под предлогом их «устаревания». Стремление к максимальному удешевлению проекта в ущерб надежности.
4. Уход спонсоров, опасющихся неправомерных отношений.

5. Нехватка мест, удобных для гидротехнического строительства; освоение «неудобий» и одновременная минимизация рекреационного ресурса.

6. Отказ от комплексного подхода к развитию береговой зоны: «разрезание на куски» крупных проектов. Сложность координирования и управления.

В качестве основных путей преодоления указанных проблем могут быть названы:

- учет накопленного опыта наилучшей практики;
- использование природоимитирующего подхода;
- повышение уровня подготовки специалистов-гидростроителей путем разработки новых учебных программ в университетах соответствующего профиля.

Конференция обращает внимание Президента РФ, председателя Правительства РФ, губернатора Краснодарского края и главы г. Сочи на необходимость срочного решения важнейших инженерно-экологических проблем олимпийской столицы — г. Сочи, к которым могут быть отнесены следующие:

1. Катастрофическое положение с очисткой сточных вод — все загрязнения, поступающие на очистные сооружения со сточными водами, неизбежно попадают в прибрежную зону моря.
2. Необходимость оценки сейсмической устойчивости зданий и сооружений в Большом Сочи и разработки инженерных мероприятий по ее повышению.

Материал подготовили члены оргкомитета Макаров К. Н., Чусов А. Н., Шилин М. Б.

# MACCAFERRI

www.maccaferri.ru

ООО «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ»



- облицовка каналов и дамб
- укрепление берегов и дна водоемов
- защита грунтов от эрозии и дренаж
- защита и стабилизация трубопроводов
- устройство оголовков труб
- расчистка и дноуглубление водоемов
- осушение территорий
- восстановление прибрежных территорий

Производство материалов и конструкций в России и СНГ

Квалифицированная техническая поддержка

Более 10 000 объектов!

115088, Россия, Москва, ул. Шарикоподшипниковская, дом 13, строение 62, 4 этаж

Тел./факс: +7 (495) 937-58-84  
Тел./факс: +7 (495) 775-19-93  
E-mail: info@maccaferri.ru

# САМОРЕГУЛИРУЕМЫЕ ВОДОХРАНИЛИЩА — ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ЗАЩИТЫ ОТ ЛИВНЕВЫХ ПАВОДКОВ



**Шахин В. М.,**  
доктор техн. наук,  
заместитель директора  
ООО «Гидротехника»



**Колосов М. А.,**  
доктор техн. наук, профессор,  
Санкт-Петербургский  
государственный  
университет водных  
коммуникаций

*In the article by V. M. Shakhin and M. A. Kolosov the question of areas protection from storm floods actual for a number of Russia's regions is considered. The scientists offer self-regulated water reservoirs construction as the effective protection way. There are results of mathematic modeling of wave progress in river bed showing that dam existence with metered flow and temporary water reservoir decrease flood wave width, height and velocity greatly. The flood will not impact the main body of high water bed, all structures and communications there.*

Катастрофические последствия наводнений, произошедших в последние годы в бассейнах рек Краснодарского края, Ставрополя и Дальнего Востока, требуют разработки новых инженерных систем защиты. Обычно в инженерной практике для защиты от наводнений используется метод обвалования, включающий устройство дамб, ограждающих защищаемую территорию, а также систему дренажа для сбора фильтрующих вод и их откачки.

Метод обвалования требует возведения дамб большой протяженности, а потому для защиты выбирают только наиболее значимые объекты (населенные пункты, промышленные предприятия и т. д.). Сельскохозяйственные угодья остаются, как правило, без защиты, что приводит к большим экономическим потерям, особенно во время летних дождевых паводков. Кроме того, надежность дамб обвалования довольно низкая. Практика эксплуатации показывает, что при наводнениях велика вероятность их прорыва. Причины таких явлений заключаются в недостаточности контроля за состоянием дамб. С течением времени происходит размыв гребня и откосов дамб ливневыми осадками, зарастание деревьями и кустарниками, образование в теле дамб нор мелких животных и грызунов. Соответственно, надежность сооружений снижается.

Другой способ защиты — строительство крупных водохранилищ, улавливающих ливневый сток во время паводка. Запасы воды используются для хозяйственных целей (орошение земель, выработка электроэнергии и др.). Способ широко распространен, однако недостатки его общеизвестны. Водоохранилище требует больших площадей затопления, а строительство высокой плотины требует больших затрат и значительных сроков на ее возведение.

Третий способ — это сооружение плотин относительно малой высоты, образующих временные водохранилища только в период паводков [1]. Этот способ может быть весьма эффективен для защиты от ливневых паводков на горных реках. Плотины таких водохранилищ должны беспрепятственно пропускать бытовой расход и задерживать основной объем паводковых вод. «Излишняя» вода будет накапливаться выше плотин во временных водохранилищах. После паводков ложа водохранилищ осушаются, и территория их может использоваться в хозяйственных целях.

Плотины таких саморегулируемых водохранилищ могут возводиться как в основных руслах рек, так и на притоках и в сухих оврагах, которые при интенсивных ливнях могут стать водотоками.

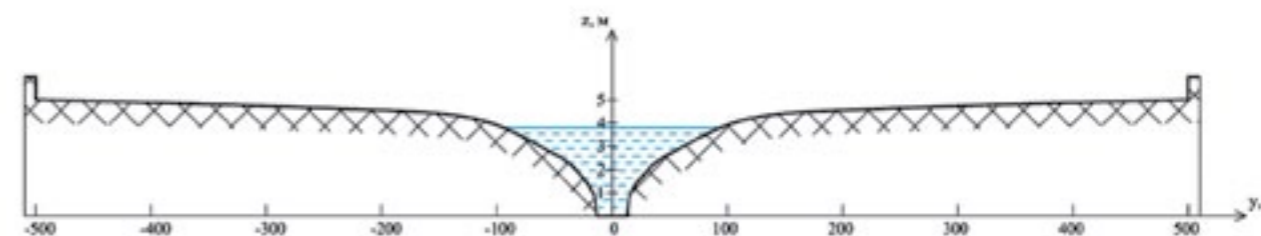


Рис. 1. Поперечное сечение русла

Для иллюстрации эффективности работы временных водохранилищ выполнено математическое моделирование распространения волны паводка в русле реки.

Система дифференциальных уравнений, описывающих неустановившееся течение в русле, в рамках одномерной модели может быть записана в виде [2]

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{\omega} \right) + g\omega \frac{\partial \eta}{\partial x} = -g\omega \frac{Q|Q|}{K_p^2}, \quad (2)$$

где  $x$  — координата поперечного сечения, отсчитываемая по оси русла;  $t$  — время;  $g$  — ускорение свободного падения;  $\omega$  — площадь живого сечения;  $Q$  — расход;  $K_p$  — модуль расхода;  $\eta$  — отметка свободной поверхности относительно базового уровня.

Начальные и граничные условия зададим в виде:

$$\begin{aligned} \text{при } t = 0: Q(x, 0) = 0; \quad \eta(x, 0) = \eta_0(x); \\ \text{при } x = 0: \eta = \eta(0, t); \\ \text{при } x = l: \eta = \eta_0(l). \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь  $l$  — длина расчетной области;  $\eta_0(x)$  — отметки свободной поверхности в расчетной области в начальный момент времени.

При расчетах необходимо определить входящие в уравнения сохранения массы и количества движения морфометрические и гидравлические характеристики русла: площадь живого сечения  $\omega$  и модуль расхода  $K_p$ .

Площадь живого сечения потока в узлах расчетной сетки в зависимости от уровня свободной поверхности  $\eta$  определялась по заданному профилю поперечного сечения русла.

Модуль расхода  $K_p$  определялся по зависимости [3]

$$K_p = \omega C \sqrt{R}, \quad (4)$$

где  $C$  — коэффициент Шези;  $R$  — гидравлический радиус.

Гидравлический радиус определялся по формуле

$$R = \frac{\omega}{x}, \quad (5)$$

где  $x$  — смоченный периметр русла, который как и  $\omega$ , в зависимости от  $\eta$ , рассчитывался для заданного сечения русла.

Коэффициент Шези рассчитывался по формуле Маннинга [3]

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}, \quad (6)$$

где  $n$  — коэффициент шероховатости русла.

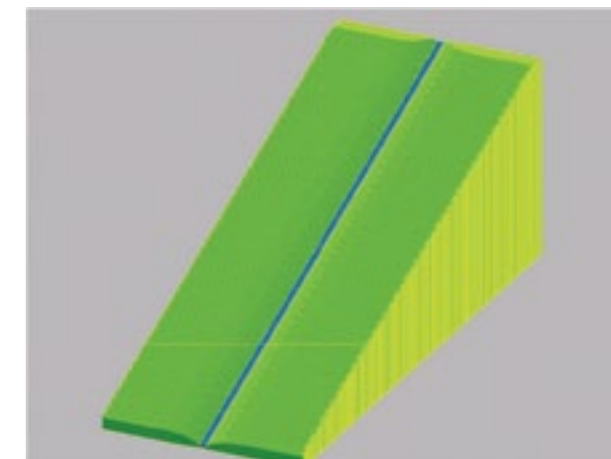


Рис. 2. Течение в русле реки при расходе  $Q=55 \text{ м}^3/\text{с}$

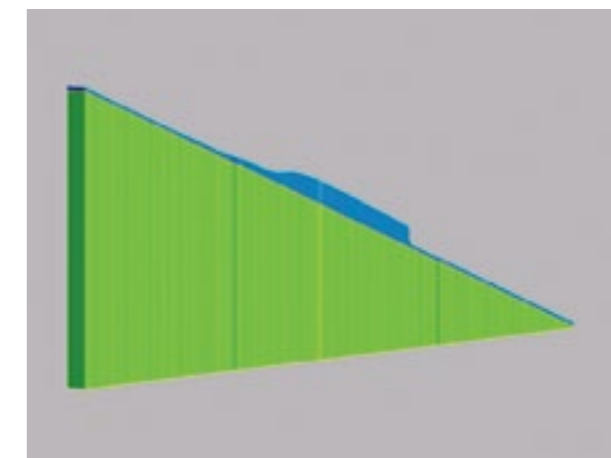


Рис. 3. Продольный профиль свободной поверхности воды при паводке

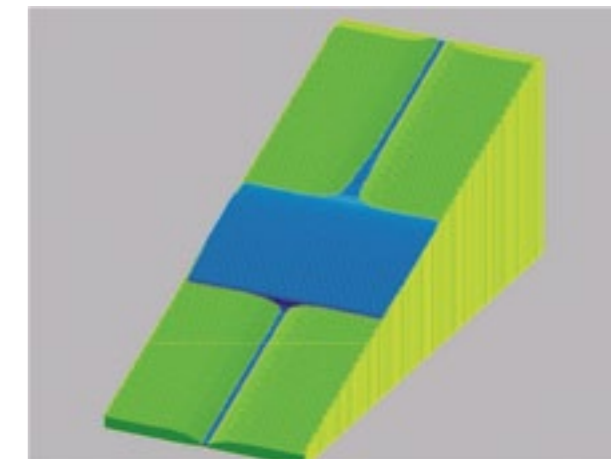


Рис. 4. Течение в русле и на пойме реки при паводке



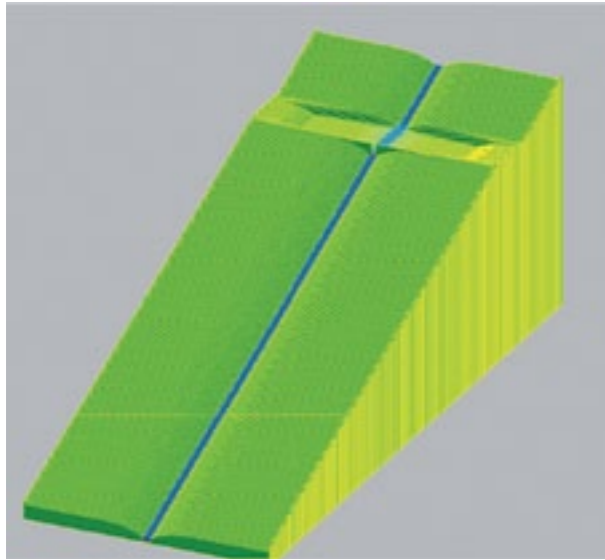


Рис. 5. Течение в русле реки с саморегулируемым водохранилищем при расходе  $Q=55 \text{ м}^3/\text{с}$

Моделирование выполнялось для прямолинейного участка реки длиной  $l = 7,7 \text{ км}$ . Уклон русла принят постоянным и равным  $i = 0,01$ . Коэффициент шероховатости русла задан равным  $n = 0,04$ . Форма сечения русла с поймой приведена на рис. 1. Ширина поймы с руслом составляет около 1 км.

Расчеты выполнены численно по явно- неявной конечно-разностной схеме с итерациями по нелинейности. Шаг по координате  $x$  принят равным  $\Delta x = 4 \text{ м}$ . Бытовой расход воды в русле для паводков заданной обеспеченности подбирался методом последовательных приближений, с варьированием отметки уровня свободной поверхности в граничных створах. В качестве расчетного бытового расхода принято значение  $Q_0 = 55 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Течение в модельном русле реки при бытовом расходе иллюстрируется на рис. 2. Глубина воды по оси русла равна  $d_0 = 1,15 \text{ м}$ , ширина свободной поверхности воды  $B = 36 \text{ м}$ , средняя скорость течения  $V_{cp} = 2,05 \text{ м/с}$ .

После установления бытового расхода через входной створ «пропускалась» волна паводка с максимальным расходом около  $2500 \text{ м}^3/\text{с}$ . Продольный осевой профиль свободной поверхности воды в определенный момент времени при паводке приведен на рис. 3. Плановая картина волны паводка показана на рис. 4. Получено, что максимальная глубина воды равна  $d_{max} = 6,1 \text{ м}$ , волна паводка распространяется по всей ширине поймы  $B \approx 1000 \text{ м}$ , скорость распространения паводковой волны составляет около  $7 \text{ м/с}$ . Очевидно, что при таком паводке катастрофические последствия неизбежны.

Характер распространения паводковой волны кардинально изменится, если в верхней части русла, например на естественной террасе, с помощью плотины, пропускающей ограниченный расход воды, организовать временное водохранилище. В этом случае картина течения с бытовым расходом представлена на рис. 5, а при распространении паводковой волны — на рис. 6. При расчетах принято, что высота плотины равна  $6 \text{ м}$  и что вода из водохранилища сбрасывается через подтопленный водослив прямоугольного сечения шириной  $B_0 = 10 \text{ м}$ .

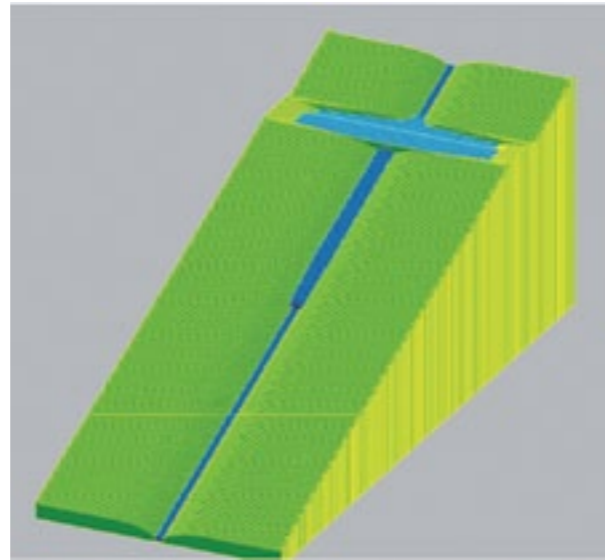


Рис. 6. Течение в русле реки с саморегулируемым водохранилищем при паводке

Из результатов расчетов следует, что при наличии плотины с дозированным расходом и временного водохранилища ширина паводковой волны будет равна  $B = 90 \text{ м}$ , высота не более  $2,6 \text{ м}$ , а скорость ее распространения составит  $4,4 \text{ м/с}$ . Основную часть поймы реки, все строения и коммуникации на пойме паводок не затронет.

#### Выводы

Проведенные исследования работы саморегулируемых водохранилищ в условиях прохождения паводков на модельном участке реки показали их высокую эффективность. При их применении ущерб от мощных ливневых паводков на горных реках может быть сведен к минимуму. Конечно, авторы отдают себе отчет в том, что до строительства саморегулируемых водохранилищ в бассейне какой-либо реки должен быть выполнен большой объем изысканий и научных проработок с целью выбора оптимальных технических решений. Однако, принимая во внимание увеличивающуюся в последние годы интенсивность паводков и их катастрофические последствия, задача защиты от наводнений на горных реках для ряда регионов России представляется весьма актуальной и жизненно важной.

#### Литература

1. Апполонов Ю. Е., Колосов М. А., Шахин В. М., Боровков С. В. «Веерная» система инженерной защиты от дождевых паводков в речных бассейнах / Управление водно-ресурсными системами в экстремальных условиях: сборник докладов конференции. М., 2008.
2. Воеводин А. Ф., Никифоровская В. С., Остапенко В. В. О численном моделировании неустановившихся течений в руслах рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей. М: ИВП РАН, 2004. С. 30–32.
3. Чугаев Р. Р. Гидравлика. Л.: Энергоиздат. Ленингр. отделение, 1982.

## ЕВРАЗ: шпунтовые сваи для южных регионов

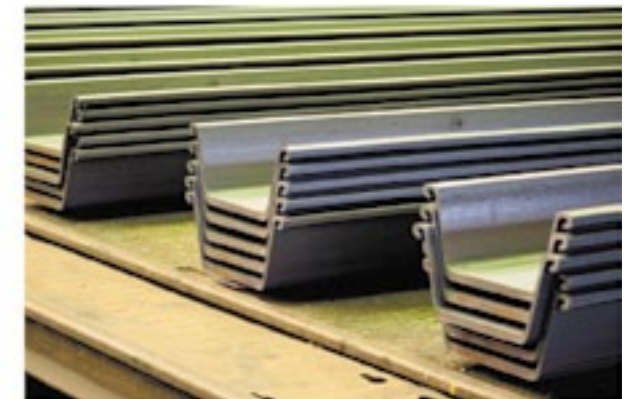
- ЕВРАЗ - компания мирового уровня в области производства стали и угледобычи, лидер на рынке строительного и транспортного проката России и СНГ;
- Крупнейший производитель шпунтовых свай в РФ;
- Один из ключевых поставщиков шпунта на рынок СНГ (Азербайджан, Казахстан, Беларусь, Туркменистан);
- Линейка сортамента представлена более чем 20 наименованиями;
- Шпунтовые сваи группы производятся из 9 марок высококачественной стали, природно-легированной ванадием;
- Все сваи оснащены замками типа LARSEN и совместимы между собой.



Предприятия группы ЕВРАЗ производят наиболее распространенный тип шпунта - свайный шпунт корытного типа с замком Ларсен. Прокат шпунтовых свай освоен на ОАО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат» (Россия) и ЕВРАЗ Витковице Стил (Чехия). ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат - один из крупнейших металлургических комбинатов и единственный производитель шпунтовых свай «Ларсен 5 УМ» в России. Приобретение Витковице Стил позволило значительно расширить линейку сортамента, предоставив возможность производства легких шпунтов. Таким образом можно подобрать шпунтовый профиль с характеристиками, обусловленными требованиями конкретного проекта. Шпунтовые сваи ЕВРАЗа подходят к климатическим условиям всех регионов России, в том числе с успехом применяются на юге страны.

С начала 2011 года на стройки юга России поставлено более 20 тысяч тонн шпунтовых свай из стали марок 255, S355GP. Шпунтовые сваи корытного типа активно применяются в целях расширения инфраструктуры в г. Сочи и других южных регионах России, в том числе при строительстве объектов Олимпиады. Основные проекты с участием шпунтовых свай ЕВРАЗа:

- Инженерная защита, укрепление котлованов и берегоукрепление Имеретинской низменности (Л5-УМ). На данной площадке возводится наибольшее количество олимпийских объектов, таких как Ледовый дворец спорта, Малая ледовая арена, Ледовая арена для керлинга и другие;
  - Ограждение котлованов, берегоукрепление вдоль русла р. Мзымта при строительстве самого большого железнодорожного моста и Ахштырского тоннельного комплекса на трассе Адлер - «Альпика-Сервис» в поселке Эсто-Садок;
  - Создание шпунтового противодиффузионного экрана в рамках проекта по реконструкции Туапсинского НПЗ.
- Наша продукция успешно используется крупнейшими строительными и проектными организациями России, такими как ООО «НПО «Мостовик», ОАО «Мостотрест»,



ГК «СК Мост», ООО «КОРПОРАЦИЯ ИНЖТРАНССТРОЙ», ОАО «Волгомост», ОАО Корпорация «Трансстрой» и др. Использование шпунтовых свай ЕВРАЗа является эффективным и надежным решением при строительстве сооружений любой сложности. Более подробную информацию можно получить, обратившись в Департамент коммерческих продаж ООО «ТК «ЕвразХолдинг».

Россия, Москва, Беловежская ул., д 4.  
Тел.: +7(495) 795-37-93  
dmitry.momot@evraz.com  
Дмитрий Момот





# СЕЙСМИЧЕСКАЯ УЯЗВИМОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ



**Басс О. В.,**  
доцент БФУ им. И. Канта,  
канд. геогр. наук, кафедра  
геоэкологии БФУ им. И. Канта



**Карьев Б. С.,**  
профессор БФУ им. И. Канта,  
доктор физ.-мат. наук,  
кафедра физической географии,  
страноведения и туризма БФУ  
им. И. Канта



**Сотников Д. С.,**  
мл. науч. сотруд. БФУ им. И. Канта,  
аспирант, кафедра физической  
географии, страноведения  
и туризма БФУ им. И. Канта

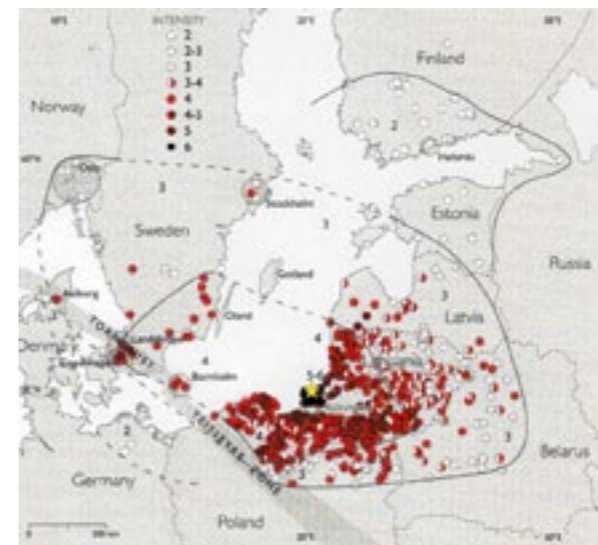
*Questions of increase of safety of water objects in connection with new data about seismicity of the Kaliningrad area and character of display of concussions are discussed at the Kaliningrad earthquake of 2004. By results of seismic microdivision into districts of territories of Kaliningrad and БАЭС the greatest possible intensity of seismic concussions can reach VII balls on a scale MOSCOW TIME-64 that should be considered at erection and operation of hydraulic engineering constructions on water objects of the Kaliningrad area.*

Калининградская область является самым западным регионом России. Ее площадь составляет 13,3 тыс. км<sup>2</sup> (не считая площадей Калининградского и Куршского заливов), а население около 950 тыс. человек. Находясь между Польшей и Литвой, Калининградская область обладает уникальным географическим положением и является эксклавом. Это обстоятельство определило уровень современной сейсмической изученности территории, при котором нельзя опираться на материнские системы наблюдений в центральной России, а только на данные инструментальных сейсмических наблюдений соседних стран [Карьев, 2012; Сотников, 2011]. В соответствии с сейсмической регионализацией Северной Евразии для карт ОСР-97 Калининградская область отнесена к прибалтийскому сектору (1.3) [1] и в сводках Геофизической службы РАН относится к достаточно обширному региону «Восточно-европейская платформа, Урал, Западная Сибирь».

До 2004 г. территория области, в соответствии с картой общего сейсмического районирования территории России (ОСР-97), относилась к асейсмичным, где вероятность возникновения сотрясений с интенсивностью более V баллов по шкале MSK-64 была крайне низка. Однако в 2004 г. со-

трясения от землетрясения достигали VII баллов. Ущерб был оценен в 160–200 млн руб. В 2006–2007 гг., по заданию мэрии Калининграда, были проведены работы по сейсмическому микрорайонированию территории (СМР) г. Калининграда. Результатом стала карта СМР города и оценка возможных максимальных сотрясений до VII баллов. В зону опасных сотрясений попадают центр города, Самбийский полуостров, примыкающие к ложу Преголи участки и острова. Соответственно, к зоне возможных максимальных сотрясений относятся примыкающая к Самбийскому полуострову акватория Балтийского моря, области Гданьского и Куршского заливов, где в настоящее время наблюдается повышенная сейсмическая активность [2].

Основные проблемы оценки сейсмической уязвимости водных объектов и гидротехнических сооружений области связаны с недостатком данных об их сейсмичности в прошлом — в доинструментальный период, и с нынешним временем — из-за отсутствия здесь сейсмических станций. Тем не менее, несмотря на то, что исторические свидетельства крайне немногочисленны, это не позволяет говорить о Калининградской области как об абсолютно стабильном регионе [4].



**Рис. 1. Карта интенсивности сотрясений землетрясения 21 сентября 2004 г. с MPSP = 5,1 по шкале EMS-98, звездой обозначен макросейсмический эпицентр, черные точки — места оценок интенсивности сотрясений [5]**

Как было показано в ряде работ, значительная часть территории Калининградской области сейсмически уязвима. Так, согласно историческим данным, максимальная интенсивность сотрясений в регионе достигала VI–VII баллов по шкале MSK-64, и не исключено их повторение [Рогожин и др., 2010]. На рис. 1 показана обобщенная макросейсмическая карта интенсивности сотрясений в Балтийском регионе при Калининградском землетрясении 2004 г.

Таким образом, территория Калининградской области характеризуется относительно невысокой современной сейсмической активностью, но достаточно высокой концентрацией ценных ресурсов в зонах, где могут возникнуть опасные сейсмические движения, включая возникновение цунами. В 1995 г. было найдено первое доказательство возможности цунами в Балтийском море [6], затем в Швеции получены данные об имевших место здесь более десятка исторических цунами.

Это определяет проблему сейсмической опасности в Калининградской области как событие малой вероятности, но с потенциально высоким уровнем возможных потерь [7]. Соответственно этому должны разрабатываться технологии прогноза и защиты от землетрясений.

В этом плане задача оценки возможного сейсмического эффекта усложняется плохо прогнозируемыми факторами резонансного усиления сейсмических колебаний рыхлыми приповерхностными грунтами, характерными для Калининградской области.

Данный вопрос важен, поскольку в Калининградской области имеются низкоскоростные, малопрочные грунты, способные к деформациям при динамических нагрузках, подобные илам и торфам.

К тому же особенность рыхлых, сильно увлажненных грунтов (песков, глин, суглинков), характерных для Калининградской области, заключается в их способности менять свои механические свойства при прохождении через них сейсмических волн. Из-за этого прочность грунтов снижается, а стоящее на нем гидротехническое сооружение может просесть

и даже опрокинуться. В отдельных случаях водонасыщенные грунты могут испытывать эффект разжижения при сейсмическом воздействии.

Для Калининградской области с ее сложными грунтами, многочисленными водоносными слоями, линзами воды, песчаными почвами (например, в Светлогорске, Приморье и на Куршской косе) сила сотрясений усиливается относительно эффекта в условиях средних грунтов примерно на один балл, а в некоторых случаях до двух баллов. К негативным проявлениям, которые возникают в регионе даже без землетрясений, следуют отнести такие, как: просадки грунтов, оползни, обвално-осыпные явления, овражная и речная эрозия, которые следует учитывать при хозяйственном использовании территорий Калининградской области.

Область также располагает нефтяными месторождениями на суше и шельфе Балтийского моря. В 2004 г. была запущена морская ледостойкая стационарная платформа, осуществляющая эксплуатационное бурение на месторождении. Платформа Д-6 находится в Балтийском море в 22 км от уникального природного заповедника Куршская коса, занесенного в список всемирного наследия ЮНЕСКО. Данные наблюдений показывают, что в этом районе возникают слабые землетрясения и необходим контроль сейсмической активности этой зоны (рис. 2).

История гидротехнического строительства на водных объектах в пределах Калининградской области имеет многовековую историю. В результате в регионе возведены и эксплуатируются морские и речные порты [3], судходные морские и речные каналы. Реки рассматриваемого района в результате гидротехнических дноуглубительных и выпрямительных работ превращены в единую водную систему [8].



**Рис. 2. Ситуационная схема сейсмической обстановки в Калининградской области:** желтый (А) и белый (В) овалы — области наибольшей концентрации эпицентров землетрясений, по данным внешних систем наблюдений (Норвегии, Польши, Швеции); красные кресты — предполагаемые очаговые зоны исторических сильных землетрясений; 4-лепестковые звезды — предполагаемые макросейсмические эпицентры Калининградского землетрясения 2004 г. (I — Никонов и др., II — Ассиновская); звезды — инструментальные места расположения эпицентра Калининградского землетрясения 2004 г. (красная заливка — данные NORSAR, белая — Швеция); розовые кружки — места разработки нефтяных месторождений, где зарегистрированы очаги слабых землетрясений; белые треугольники — временная сеть сейсмических станций ИО РАН; красный круг с косым крестом — место расположения малоапертурного зряя в 2011 г.; черный треугольник — ближайшая к месту событий сейсмическая польская станция SUW. Врезка на схеме — распределение эпицентров слабых землетрясений, зарегистрированных временной сетью ИФС РАН в 2007–2008 гг.



Кроме того, вблизи населенных пунктов, на территории городов и поселков расположено много рукотворных прудов и водохранилищ. Наиболее крупным является Правдинское водохранилище гидроэлектростанции на р. Лаве.

Система берегозащиты на песчаных морских берегах Калининградской области не имеет аналогов в пределах Российской Федерации [10–12].

Особого упоминания заслуживают польдерные системы Калининградской области. Из общей его площади в 135 тыс. гектаров осушенные земли составляют 107675 гектаров, в том числе польдеры — 67,7 тыс. гектаров. Ниже уровня моря (от 1 до 4 м) в районе находятся более 85 тыс. гектаров. В настоящее время насчитывается 60 осушительных насосных станций, которые откачивают воду с 66,9 тыс. гектаров земли, 2006 км магистральных и 5733 км мелких каналов, 454 км водозащитных дамб, 19 шлюзов, 145 мостов. Дренажная сеть проложена на площади в 32 тыс. гектаров, ее длина в общей сложности составляет 18312 км [13].

При этом необходимо учитывать возможные сейсмические воздействия, которые, как показало Калининградское землетрясение 2004 г., наиболее интенсивно проявляются на побережье Самбийского полуострова.

Таким образом, анализ сейсмических данных свидетельствует о том, что уровень сейсмической опасности в регионе Балтийского моря намного выше, чем было определено нормативными документами. Здесь имеются, по меньшей мере, три VII-балльные очаговые зоны [9].

В соответствии с утвержденной председателем Правительства России программой БФУ им. И. Канта на 2011–2020 гг. (энергетическая безопасность и технологии развития урбанизированной среды), вопросы мониторинга геологической среды и повышения сейсмобезопасности в Калининградской области отнесены к приоритетным направлениям университета. В связи с этим разработан проект постановления режимных сейсмических наблюдений в Калининградской области и подобраны места для расположения высокочувствительного оборудования (широкополосной сейсмической станции и сейсмической малоапертурной группы станций).

На базе университета формируется дата-центр с передачей по телеметрическим каналам данных сейсмических наблюдений. Основной процедурой будет сводная обработка данных, определение основных параметров (время в очаге, местоположение источника, его энергетика) сейсмических сигналов. Промежуточным этапом должна стать процедура формирования необходимых для заинтересованных организаций оперативных бюллетеней о сейсмичности, конечной целью — составление каталогов сейсмических данных и участие в международных комплексных исследованиях.

Основная задача мониторинга состоит в своевременном обнаружении неблагоприятных явлений и процессов, выработке соответствующих превентивных и профилактических мероприятий для предотвращения аварийных ситуаций и обеспечении безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений.

В задачи сейсмогеофизического мониторинга также входит разработка инструмента, позволяющего давать количественные оценки возможным изменениям характеристик морского побережья и примыкающей к Калининградской области акватории Балтийского моря вследствие природных и антропогенных нагрузок.

Особенности Калининградского землетрясения 2004 г. указывают на необходимость дальнейшего исследования его очаговой области, представляющего несомненный научный интерес и имеющего практическую значимость. Важно и то, что продолжающаяся активность района землетрясения свидетельствует о том, что сейсмический процесс на западе Калининградской области продолжает находиться в активной фазе.

**Литература**

1. Уломов В. И., Окатова К. Н., Медведева Н. С. К оценке сейсмической опасности в Калининградской области // *Физика земли*. 2008. № 9. С. 3–19.
2. Каррыев Б. С. *Землетрясения и сейсмическая уязвимость Калининградской области*. LAP Lambert Academic Publishing. 2012. 128 с.
3. Басс О. В. *Оценка взаимодействия природных и техногенных процессов в ходе строительства и эксплуатации порта Балтийск и гавани Пионерской // Актуальные вопросы мониторинга геологической среды и безопасности урбанизированных территорий*. Калининград: БФУ, 2011. С. 6–10.
4. Каррыев Б. С. *О необходимости сейсмического мониторинга в Калининградской области*. Вестник БФУ им. И. Канта, 2012. Выпуск № 1.
5. Греггерсен С. *Региональное макросейсмическое поле. Калининградское землетрясение*. Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 2008. С. 84–88.
6. Mörner Nils-Axel. *16 events tsunami catalogue from Sweden*. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 8, 06299, 2006.
7. Каррыев Б. С. *Актуальные вопросы мониторинга геологической среды и повышения сейсмобезопасности Калининградской области*. Актуальные вопросы мониторинга геологической среды и безопасности урбанизированных территорий. Калининград: БФУ, 2011. С. 6–10.
8. Диваков О. В. *Мелиорация в Калининградской области*. Комплексное использование водных объектов Калининградской области: сб. научн. трудов. Калининград: ФГОУ ВПО КГТУ, 2008. С. 41–46.
9. *Калининградское землетрясение*. Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 2008. 170 с.
10. Arbomeit J, Bock P, Jentsch A. *Handbuch des deutschen Dunnenbaues*. Berlin, 1900. S. 435.
11. Heiser H. *Uferschutzbau an der deutschen Ostseek ste // D. Bautechnik*, N. 53. Berlin, 1927. S. 199–216.
12. Басс О. В. *Современная концепция берегозащиты и проблемы гидротехнического строительства на морских берегах Калининградской области // Гидротехника*. 2012. № 3 (28). С. 68–70.
13. Басс О. В., Левченков А. В. *История инженерного обустройства польдерных систем Славского и Полесского районов Калининградской области // Актуальные вопросы мониторинга геологической среды и безопасности урбанизированных территорий*. Калининград: БФУ, 2011. С. 32–35.

**Балтийский федеральный университет им. И. Канта**  
**236041 г. Калининград, ул. А. Невского, 14**  
**Тел. +7(4012) 46-59-17**  
**Факс +7(4112) 46-58-13**

## РЕШЕНИЕ II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ВОДА — БЕСЦЕННОЕ НАСЛЕДИЕ»

*Information and Resolution of the II International research and training conference «Water is a priceless heritage» that was holding on the 14-15-th of June 2012 in St. Petersburg is published. The concept of program «Water is a precious heritage» presented at the conference contains the main solutions of problems and prospects of sustainable water resources management of the country. The purpose of the program is a consolidation of efforts of all participants in the field of the water relations, directed on decrease in pollution of water bodies, realization of requirements of the nature protection legislation, high-quality functioning of waste water networks and treatment facilities, innovative technical providing the accounting of drains, creation of conditions for public control over an assessment of positive changes, increase of overall performance of control supervising authorities and public organizations.*

Конференция «Вода — бесценное наследие», состоявшаяся 14–15 июня в Санкт-Петербурге, была посвящена 40-летию со дня провозглашения Международного дня окружающей среды и организована Всероссийским обществом охраны природы (Ленинградское и Санкт-Петербургское региональные отделения ВООП). Особенно важна обозначенная тема конференции в настоящее время, т. к. осталось всего три года до дня подведения итогов в рамках провозглашенного десятилетия 2005–2015 гг. международной декадой «Вода для жизни» на международных водных форумах в Киото и Душанбе.

Цель конференции — повышение осведомленности общества, создание политических обязательств и инициирование действий по решению насущных водных проблем на всех уровнях, включая высший уровень принятия решений, для того, чтобы способствовать эффективному управлению и использованию воды во всех ее измерениях на экологически устойчивой основе. Вопросы, затронутые на конференции, актуальны не только для нашей страны. Глобальный характер, общемировая значимость темы чистой воды в июле 2010 г. были подтверждены Генеральной Ассамблеей ООН в резолюции «Право человека на воду и санитарии».

Россия, обладая в целом огромными ресурсами хозяйственно-питьевых, минеральных, термальных (теплоэнергетических) и промышленных поверхностных и подземных вод, во многих регионах испытывает острый дефицит в качественной питьевой воде. Это усугубляется широким развитием процессов загрязнения природных вод в урбанизированных районах. Только 12% воды отвечают всем стандартам, а 15% — вредны для здоровья. Если человек более пяти лет потребляет такую воду, у него появляются проблемы со здоровьем. Неудовлетворительное состояние водных объектов, особенно поверхностных, создает большие трудности для эффективного решения проблемы питьевого водоснабжения населения РФ. Согласно статистике, в водные объекты РФ ежегодно:

- сбрасывается 52,1 куб. км сточных вод, из которых около 20 куб. км подлежат очистке;
- более 70% сточных вод, подлежащих очистке (13,7 куб. км), сбрасываются недостаточно очищенными, почти 20% (3,7 куб. км) — загрязненными без очистки, а только 10% (1,9 куб. км) — очищенными до установленных нормативов;
- вместе со сточными водами в поверхностные водные объекты поступает около 10–11 млн т загрязняющих веществ;
- свыше 60% от общего объема сброса загрязненных сточных вод составляют сточные воды, сбрасываемые предприятиями жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ); причинами этого являются значительный износ очистных сооружений, применение устаревших технологий очистки сточных вод и прием объектами ЖКХ загрязненных стоков городских промышленных предприятий;
- более 25% загрязненных сточных вод приходится на долю промышленных предприятий. Основными источниками загрязнения водных объектов являются предприятия: целлюлозно-бумажные, полиграфические, металлургические, хими-

ческие, по производству кокса, нефтепродуктов, добыче металлических руд, а также предприятия угольной промышленности.

**Водопроводные сети** российских городов и населенных пунктов сильно изношены, коррозия проникла внутрь, поэтому если даже на водозаборе вода хорошего качества, то, проходя через систему, она становится некачественной. В сельской местности, где нет централизованной водоподводящей сети, ситуация еще хуже. Объем потерь воды при транспортировке в России ежегодно составляет 7,5 куб. км. Более 90% общего объема потерь приходится на жилищно-коммунальное и сельское хозяйство. В числе основных причин высоких потерь воды можно выделить низкий технический уровень и значительную степень износа распределительных водоподводящих сетей, мелиоративных систем и гидротехнических сооружений (50–60%). Основой стабильного водообеспечения является также бесперебойная работа **гидротехнических сооружений**, подавляющее большинство которых составляют водоподпорные сооружения малых и средних водохранилищ, многие из них эксплуатируются без ремонта и реконструкции 30 и более лет и находятся в предаварийном и аварийном состоянии. Для решения данной проблемы необходимы ресурсы федерально-го бюджета.

В последние пять лет крупномасштабно обсуждался проект ФЦП по реабилитации и оздоровлению экосистемы Балтийского моря. Разработка данной программы началась после одобренного в ноябре 2007 г. в Кракове всеми странами Хельсинкской конвенции, включая Россию, Плана действий ХЕЛКОМ по Балтийскому морю (ПДБМ), направленного на оздоровление и возрождение экосистемы Балтийского моря на благо ныне живущего и последующих поколений. Несмотря на огромную важность программы, она до сих пор рассматривается на уровне Минприроды России.

Нельзя забывать и о крупной составляющей бассейна Балтийского моря. На протяжении 25 лет обсуждается тема сохранения экосистемы величайшего озера Европы — Ладожского озера, которое также является уникальной экосистемой. Запасы пресной воды в озере составляют **837,9 км** — это 0,54% находящихся в незамерзшем состоянии поверхностных пресных вод Земли. Особой чистотой отличается вода в центре озера, глубинная ладожская вода соответствует мировым стандартам высшего качества. В ней есть в необходимых соотношениях все важнейшие макро- и микроэлементы. Ладога — это не только ресурс сегодняшнего дня, но и экспортные перспективы России. Ведь через 10–15 лет, по прогнозам, питьевая вода будет стоить дороже нефти. Поэтому давно назрела необходимость доработать и принять федеральный закон о придании особого статуса Ладожскому озеру с последующей разработкой целевой программы по Ладоге как экосистеме будущих поколений, а также — по бассейну Балтийского моря.

Все перечисленные выше вопросы обсуждались в рамках конференции «Вода — бесценное наследие», в работе которой приняли участие 144 человека. Было заслушано 54 доклада и сообщения, охватывающих широкий круг проблем в рам-



ках тематики конференции. В число участников конференции вошли представители стран Балтики, федеральных органов исполнительной и законодательной власти и исполнительных и законодательных органов субъектов Российской Федерации, представители научных кругов, предприятий-водопользователей, производственных и проектных структур, преподаватели высших учебных заведений, аспиранты и студенты.

На пленарном заседании обсуждались механизмы реализации федеральных целевых программ, в том числе «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах», «Чистая вода» на 2011–2017 годы», «Основы экологической политики РФ на период до 2030 года»; проблемы качества и безопасности питьевой воды; экономические и правовые механизмы для развития конкурентного бизнеса в водной отрасли, в т. ч. экономика чистой воды, а также вопросы, связанные с гражданской ответственностью в реализации экологической политики, в том числе охраны водных объектов. Ленинградское областное отделение ВООП представило концепцию программы «Вода — бесценное наследие», в рамках которой определены основные проблемы управления и охраны водных ресурсов, выявлены причины данных проблем, сформулированы основные пути их решения и перспективы устойчивого управления водными ресурсами страны. Цель программы — это консолидация усилий всех участников в области водных отношений, направленная на снижение загрязнения водоемов, соблюдение требований природоохранного законодательства, качественное функционирование сетей и очистных сооружений, инновационное техническое обеспечение учета стоков, создание условий для общественного контроля за оценкой положительных изменений, повышение эффективности работы контрольно-надзорных органов и общественных организаций.

В рамках круглых столов обсуждались проблемы, связанные с несовершенством природоохранного законодательства, отсутствием знаний и решений по соответствию его требованиям, с исполнением федеральных законов: № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении», № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ» в части принятия решения и контроля органов власти городских и сельских поселений за обеспечением населения безопасной питьевой водой и очисткой сточных вод; с ростом заболеваемости населения; снижением качества воды водных объектов — основных источников питьевого водоснабжения; отсутствием обустройства водоохраных зон; отсутствием пляжей и мест для отдыха населения; низким уровнем гражданской ответственности при пользовании водными ресурсами, экологического образования и экологической культуры; отсутствием совместных слаженных действий (общества, власти и бизнеса) по охране водных объектов, понимания у работников и руководителей, владельцев бизнеса и администрации регионов необходимости и рентабельности вложения капиталов на улучшение состояния окружающей среды, в т. ч. водных объектов и т. д.

В целом, участниками конференции было отмечено, что реализация многих задач обеспечивается рядом правовых экономических решений. Приток частных инвестиций в модернизацию предприятий водохозяйственного комплекса активизируется при переходе на **долгосрочное тарифное регулирование** с применением метода доходности инвестированного капитала. Соответствующие возможности заложены в принятом Государственной Думой законе «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...». Это, во-первых, создаст благоприятный инвестиционный климат в отрасли, во-вторых, даст возможность предприятиям распоряжаться сэкономленными ресурсами и таким образом обеспечить экономическую заинтересованность в сокращении потерь воды в сетях. Плюсами от внедрения такой системы для населения станут повышение качества и надежности услуг, а также справедливое изменение тарифов.

Свой мобилизующий вклад в модернизацию поставщиков и промышленных потребителей воды могут внести меры эко-

логического регулирования. В частности, переход к технологическому нормированию на основе **наилучших существующих технологий** позволит исключить из практики установление лимитов на сбросы и выбросы. Сегодня эта процедура, по сути, является легализованным отсеком для коррупции, что в итоге оборачивается повальным загрязнением, а иногда и уничтожением водных объектов, в том числе источников питьевого водоснабжения. Во многих регионах при возникновении угроз загрязнения местных водоемов у населения, как правило, нет возможностей отстаивать их сохранение, поскольку формально загрязнение согласовано чиновниками.

Разработка нормативов допустимого воздействия на водные объекты, экономическое стимулирование перехода на **природосберегающие технологии** в связке с поэтапным повышением платежей за сверхнормативное загрязнение позволят сохранить и восстанавливать водные объекты, поставить на поток инновационные процессы в отрасли, повысить экологическую эффективность и конкурентоспособность отечественных предприятий.

Учитывая изложенное, участники конференции считают необходимым решение следующих вопросов:

1. Всероссийскому обществу охраны природы от имени всех участников конференции «Вода — бесценное наследие» обратиться:

1.1. В Государственную думу Федерального Собрания Российской Федерации с предложением внести изменения и дополнения в федеральное законодательство в области управления и охраны водных ресурсов:

- разработать и принять поправки и дополнения в ст. 65 Водного кодекса РФ для ограничения строительства объектов в водоохраных зонах, отрицательно влияющих на состояние водных объектов;

- в целях реализации абз. 15 ч. 3 ст. 11 Водного кодекса РФ разработать критерии отнесения болот к водно-болотным угодьям с разграничением понятий «болото» и «водно-болотные угодья»;

- закрепить законодательный статус водных объектов в качестве источников питьевого назначения с внесением его в Водный кодекс РФ;

- разработать и утвердить нормативный правовой акт (НПА), регламентирующий процедуру согласования условий пользования водными объектами с другими заинтересованными федеральными органами исполнительной власти, с конкретизацией перечня согласующих органов в зависимости от вида и целей водопользования;

- внести дополнения в НПА в формате четкой инструкции по вопросу учета использования вод, исключаящей монополию в данной сфере;

- внести дополнения в НПА по установлению четко определенного органа, отвечающего за контроль и надзор по достоверности информации по приборам учета водопотребления и водоотведения;

- внести дополнения в НПА в части порядка взаимодействия, координации и обмена информацией между всеми участниками государственного экологического мониторинга, с учетом значительного участия субъекта РФ, а также предоставить открытый доступ к регулярной информации по результатам мониторинга;

- исключить из КоАП РФ ст. 8.12 как дублирующую введенную в действие ст. 8.42;

- внести дополнение в п. 6 ст. 6 Водного кодекса РФ в следующей формулировке «ширина береговой линии морей устанавливается от береговой линии моря до начала прибрежной защитной полосы»;

- для создания полноценного правового поля в сфере использования водоохраных зон принять законодательный акт (норму), который бы связал отрасли права, регулирующие установление и использование водоохраных зон в настоящее время, и устранил существующие коллизии в содержании действующего природоохранного законодательства;

- внести изменения в федеральный закон № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» с целью наделения полномочиями региональных и муниципальных органов власти в части принятия решения об организации обеспечения населения питьевой водой и очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, и надзора за обеспечением населения безопасной питьевой водой в достаточном количестве и за очисткой сточных вод, а также в части, касающейся использования для размещения объектов ЖКХ земельных участков, отнесенных к муниципальной собственности муниципального района;

- внести изменения в федеральный закон № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» в части, касающейся обеспечения охраны окружающей среды в сфере водоснабжения и водоотведения, определения прав и обязанностей участников водных отношений и др.;

- внести изменения в СанПин 2.1.4.1110-02 в части, касающейся порядка разработки, утверждения и функционирования зон санитарной охраны водисточника, понятийного аппарата и др.;

- придать водной системе «Ладожское озеро» статус стратегического водисточника как для Северо-Западного региона, так и для европейских государств на уровне федерального закона; определить законодательно Ладожское озеро как особо охраняемый объект в свете его стратегического значения (по аналогии с озером Байкал);

- разработать методику прогнозирования изменений состояния водных объектов, дна, берегов, водоохраных зон;

- разработать и утвердить НПА, регламентирующий процедуру выделения и целевого использования компенсационных средств;

- разработать и утвердить порядок, регламентирующий процедуру выплат компенсаций ущерба водным биологическим ресурсам;

- внести предложения в модельные законы государств-участников СНГ в части, касающейся полномочий участников водных отношений;

- ускорить ратификацию Орхузской конвенции.

1.2. В Федеральное агентство водных ресурсов с предложением:

- осуществить корректировку СКИОВО и НДВ, обеспечивающих региональные нормы качества воды по бассейнам водных объектов с учетом природных факторов;

- пересмотреть размер платы за пользование участком акватории с учетом затрат на проведение аукциона;

- разработать и внедрить новую программу по приемке государственной статистической отчетности формы № 2ТП (водхоз), отвечающую современным технологиям;

- с целью повышения уровня информационного обеспечения управления водными ресурсами бассейна Балтийского моря разработать «Концепцию информационно-аналитического обеспечения системы управления водным фондом на уровне Балтийского бассейнового округа».

1.3. В Министерство природных ресурсов и экологии РФ с предложением — улучшить систему контроля и надзора за качеством воды путем обеспечения условий:

- организации единой сети пунктов наблюдений поверхностных водных источников;

- координации работ по мониторингу на локальном, территориальном и региональном (бассейновом) уровнях;

- организации оперативного обмена информацией между участниками государственного мониторинга в течение года;

- легитимности информации предприятий-водопользователей по форме 2ТП-водхоз;

- конкретного законодательного определения ответственных лиц по надзору за стоками в поверхностные водные объекты;

- формирования института общественных инспекторов с наделением их надзорными полномочиями.

1.4. К органам власти субъектов Российской Федерации с предложением:

- разработать программу ведения мониторинга состояния берегов водных объектов и водоохраных зон в рамках программы субъекта РФ;

- принять меры по разработке и финансированию, в т. ч. субъектом РФ, муниципальных целевых программ в целях обеспечения населения доброкачественной питьевой водой, прекращения сброса неочищенных хозяйственно-бытовых сточных вод;

- провести ревизию имеющихся источников водоснабжения с целью учета и контроля рационального использования запасов поверхностных и подземных источников питьевой воды;

- при подготовке региональных долгосрочных целевых программ улучшения качества питьевой воды в приоритетном порядке включать в программы мероприятия в социально-значимых учреждениях: детские и подростковые учреждения, лечебно-профилактические организации;

- в целях реализации ст. 71–74 федерального закона РФ «Об охране окружающей среды» (от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ) разработать и принять региональную долгосрочную целевую программу по развитию системы всеобщего и комплексного экологического образования и основ формирования экологической культуры населения региона.

2. Всероссийскому обществу охраны природы обратить внимание государственных **органов власти субъектов РФ и муниципального уровня** о включении в схемы территориального планирования и генеральные планы городов и поселений в обязательном порядке предложений по организации и реализации мероприятий по обеспечению режима зон санитарной охраны водисточников питьевого назначения.

3. С целью повышения уровня информационного обеспечения населения и органов государственной власти поручить Всероссийскому обществу охраны природы разработать и разместить на сайте ВООП социальный проект — «Черный список», в рамках которого собирать и представлять в открытом доступе информацию об организациях, выявленных в результате общественного мониторинга, которые не соблюдают природоохранное законодательство, недобросовестно выполняют свои договорные обязательства, а также не демонстрируют свою активную гражданскую позицию в отношении социально-экологической ответственности бизнеса — не проводят, не оказывают поддержку и не участвуют в экологических и природоохранных мероприятиях.

Отмечая возрастающую роль общественных организаций: Всероссийского общества охраны природы, Всемирного фонда дикой природы, Общественной палаты РФ, Российской академии естественных наук, Российского водного общества, Союза водников и мелиораторов РФ, Русского географического общества и др., в решении вопросов управления и охраны водных ресурсов, водохозяйственного строительства и экологических проблем в целом, способность повлиять на принятие конкретных положительных решений экологических вопросов, участники конференции считают необходимым создать Координационный совет общественных организаций по проблемам охраны природы и рационального природопользования.

Назрела насущная необходимость использовать возможности общественных организаций в качестве экспертов, независимых от влияния органов государственной власти, в т. ч. контрольно-надзорных, а также коммерческих интересов различных бизнес-структур с целью разработки конкретных мероприятий на 2012-й и последующие годы с тиражированием положительного опыта. Участники конференции выразили надежду, что Правительство РФ поддержит инициативы, представленные в решении конференции, и окажет всемерную поддержку для их реализации.

*Информация предоставлена Ленинградским областным отделением Всероссийского общества охраны природы.*



# ВРЕДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ВОД И МЕРЫ ПО ЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ



**Тарбаева В. М.,**  
доктор биолог. наук, профессор,  
председатель правления  
Всероссийского общества охраны  
природы по СЗФО, член-корр.  
РАЕН

The most part of a activity zone of the Neva-Ladoga Water Basin Agency includes the Baltic Sea water catchment area, a small part of the White sea basin (10 %) and the Caspian Sea basin (1 %). In a activity zone of the Neva-Ladoga Water Basin Agency among the dangerous hydrological phenomena high water levels in the rivers bring the greatest damage to economy, flooding settlements, industrial and agricultural facilities, linear constructions etc. Problems of harmful effects of waters for each of six subjects of the Russian Federation are revealed. The reasons of these problems are opened. The assessment on the ecological and economic damage arising at harmful effects of waters is carried out for each region. The dangerous river processes influencing on hydrodynamic and morphological characteristics of water objects (including flooding of coastal areas) are described, the characteristic of dynamics of the coastline is provided in places of the most intensive development of erosive and river processes, an assessment of their danger is made for settlements and the economic objects located in coastal zones. Methods of prevention of formation of ice jam and a delay of sludge ice in the tideway of the rivers are given. The water economic actions directed on improvement of a condition of water objects and prevention of the negative phenomena are described.

Содержание проблем, связанных с вредным воздействием вод, определяется сложившейся обстановкой по частоте, интенсивности и тяжести последствий наводнений и другого вредного воздействия вод, а также социально-экономическим возможностям осуществления тех или иных вариантов решения проблем в зоне деятельности бассейнового водного управления (БВУ).

Актуальными проблемами, общими для БВУ, зона деятельности которых характеризуется высокой водностью, являются рост числа и интенсивности наводнений вследствие повышения водности рек; интенсивная эрозия берегов рек и водохранилищ; недостаточность и неудовлетворительное состояние существующих противопаводковых и берегозащитных сооружений; снижение пропускной способности русел рек вследствие заиления, засорения и строительства внутрирусловых сооружений; нарушение режима использования паводко- и эрозивно-опасных территорий; недостаточная обеспеченность гидрологической и другой прогнозной информации, необходимой для принятия адекватных мер по снижению рисков и размера последствий нарушения жизнедеятельности населения вследствие наводнений, и другого вредного воздействия вод.

Для решения вышеуказанных проблем требуются технические мероприятия, которые включают: строительство,

реконструкцию и ремонт противопаводковых, берегозащитных, противооползневых и противозрозионных сооружений, а также руслорегулирующие, руслоочистительные и другие мероприятия, направленные на повышение пропускной способности русел рек. В систему мероприятий входят также предупредительное обследование паводкоопасных территорий и текущие противопаводковые и берегозащитные мероприятия. Для организации и проведения данных мероприятий, а также для повышения достоверности и обеспечения своевременности поступления необходимой информации необходимо развитие базы территориальных органов Федерального агентства водных ресурсов (БВУ) и подведомственных организаций [1].

Территория Северо-Запада России входит в зоны деятельности двух БВУ, из которых Невско-Ладожское БВУ охватывает большую часть территории. Избыточно влажный климат Северо-Западного региона обуславливает обилие рек, озер и болот. Распределение водных объектов по территории и строение гидрографической сети в значительной степени определяются особенностями геоморфологического строения поверхности описываемого района. Гидрографическая сеть территории принадлежит к бассейнам Балтийского, Белого и Каспийского морей. В административном отношении зона деятельности Невско-Ладожского БВУ включает

территории шести субъектов РФ: Ленинградской, Псковской, Новгородской, Калининградской областей, Республики Карелии и города Санкт-Петербурга. Территория рассматриваемого района составляет 384 тыс. км<sup>2</sup> [2].

На территории проживает около 10 млн чел. (в т. ч. городского населения — 8 млн, сельского — 2 млн), более 6% от общей численности населения России. Средняя плотность населения в 3,3 раза превышает среднюю по стране и составляет 29 чел. на 1 км<sup>2</sup>. Регион характеризуется развитой промышленностью и высокой сельскохозяйственной освоенностью. Водные объекты интенсивно используются для водоснабжения, водоотведения, судоходства, рыболовства, гидроэнергетики. Рассматриваемый регион отличается высокой водообеспеченностью, которая составляет 298 тыс. м<sup>3</sup>/год на 1 км<sup>2</sup> территории.

В зоне деятельности Невско-Ладожского БВУ из опасных гидрологических явлений наибольший ущерб экономике приносят высокие уровни воды в реках, вызывающие затопления (подтопления) населенных пунктов, промышленных объектов, сельскохозяйственных угодий, линий электропередач, дорог и мостов местного значения. Одновременно паводки наносят и экологический ущерб, связанный с размывом и разрушением берегов, смывом почвенного покрова, загрязнением водных объектов.

Для предотвращения негативных явлений по размыву и разрушению берегов водных объектов в зоне деятельности Невско-Ладожского БВУ ежегодно за счет средств федерального и региональных бюджетов осуществлялись и осуществляются водохозяйственные мероприятия по улучшению состояния водных объектов — дноуглубительные, берегоукрепительные и ремонтные работы, расчистка русел водных объектов и другие для всех шести субъектов РФ. С апреля 2012 года стартовала новая федеральная целевая программа «Развитие водохозяйственного комплекса РФ в 2012–2020 гг.»

## Санкт-Петербург

Одной из острых проблем вредного воздействия вод в Санкт-Петербурге до недавнего времени была проблема строительства Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС), которое завершено в конце 2011 г. Недостроенные сооружения несли ежегодные потери от волновой и ветровой эрозии, незакрепленные откосы дамб размывались — особенно сильно в период наводнений. Коррозия металлов ухудшала прочностные характеристики бетонных сооружений и уникального оборудования. Например, ущерб от разрушений на КЗС в 2001 г. при наводнении с подъемом уровня воды до 2,15 м составил 4,2 млрд руб. В случае подъема уровня воды до 4 м городу мог быть нанесен ущерб около 85 млрд руб. [3].

В связи с развитием портовых комплексов в Невской губе и восточной части Финского залива и из-за отсутствия экологического обеспечения решения градостроительных, экономических и социальных задач прибрежная зона восточной части Финского залива испытывает все возрастающую антропогенную нагрузку. Разрушение берегов усиливается из-за изменения природных факторов, таких как повышение уровня и резкое увеличение штормовой активности на акватории Балтийского моря. Для создания высокорентабельной прибрежной рекреационной зоны, отвечающей международным стандартам, необходима разработка ТЭО берегоукрепле-

ния, включающего в себя мероприятия по предотвращению абразии, восстановлению и укреплению берегов восточной части Финского залива, и реализация этих мероприятий.

## Ленинградская область

В области почти ежегодно страдают от наводнений города Тихвин, Тосно, Кингисепп, Любань и Кириши. К рекам с наиболее опасными паводками относятся Оять, Паша, Тихвинка, Тосна, Луга, Тигода, Волга, Плюсса, Коваши, Вуокса, Свирь, Яндеба, Лемовжа, Важинка. Для изучения процессов, приводящих к подтопленности территории г. Шлиссельбурга, выполнен комплекс работ, включающий бурение пятнадцати специализированных наблюдательных гидрогеологических скважин. Проведен локальный мониторинг грунтовых вод, лабораторные исследования, обследование территории и каналов г. Шлиссельбурга [4]. По результатам проведенных работ сделан вывод о том, что подтопление изученной территории связано с изменением существовавшей дренажной сети канав, изменением рельефа в центральной части города, техногенным нарушением пропускной способности каналов стока.

## Новгородская область

В области наиболее значимыми проявлениями вредного воздействия вод являются: подтопление территорий во время половодий и дождевых паводков и частичное разрушение хозяйственных объектов в результате ледового воздействия во время половодий; подмыв и обрушение берегов с последующим заилением русел рек. Наиболее паводкоопасной зоной в области является Приильменская низменность и Грузинская впадина. Ряд районов области — Новгородский, Чудовский, Старорусский, Шимский и Парфинский — вследствие своего географического положения подвержены затоплениям в периоды весеннего половодья и дождевых паводков даже при незначительном превышении средне-многолетних значений. За последние годы наиболее высокий весенний паводок отмечался в 1999 г. В результате паводка было затоплено 162 кв. км территории, 1180 жилых домов, 8464 га сельскохозяйственных угодий, разрушено 12 деревянных мостов и размыто 20 км дорог. Дождевые паводки иногда могут значительно превышать уровни в половодье. Так, в 1997 г. при дождевом паводке была затоплена территория площадью 210 кв. км. В зону затопления попало 13 населенных пунктов с населением около 3500 человек, было затоплено 142 дома, повреждено и разрушено 52 моста, 20 трубопереездов, 25 участков дорог общей протяженностью 12 км, и повреждены линии электропередачи и связи.

Для решения проблемы с воздействием наводнений и паводков на различные объекты в разные годы делались попытки по изготовлению проектно-сметной документации по защите населенных пунктов Шимск, Пролетарий, Краснофарфорный и Крестцы, городов Сольцы и Старая Русса, но каждый раз из-за значительных объемов работ признавалась их нецелесообразность.

Одновременно с этим направлением деятельности для решения проблемы вредных воздействий вод до 80-х гг. прошлого столетия государством проводилась профилактическая работа по расчистке русел рек, водных путей и подъему затонувшей древесины и судов в руслах рек, позволявшая нормализовать естественный сток рек. К сожалению,



в последние 15–20 лет эта работа была прекращена из-за отсутствия финансирования. В результате в русле ряда рек образовались бары, мешающие нормальному сбросу поверхностных вод и служащие причиной подтопления территорий во время половодья и дождевых паводков. Как следствие, также отмечается частичное изменение хода естественных русловых процессов и химизма вод.

В 2001–2003 гг. за счет средств Федерального фонда восстановления и охраны водных объектов был разработан и реализован проект по дноуглублению и расчистке истока р. Волхов. За счет средств областного бюджета, поступивших в виде платы за пользование водными объектами по заказу УПР по Новгородской области, Валдайским филиалом ГГИ выполнена работа и составлен отчет по теме: «Гидрографическое обследование реки Поломать и спрямляющего канала на участке Лычковского пойменного массива с разработкой мероприятий по улучшению условий прохождения паводков и функционированию мелиоративной системы».

В течение 2005–2010 гг. завершены работы по расчистке Гребного канала в г. В. Новгороде, восстановлению существующей дамбы, а также берегоукрепительные работы на р. Мсте в городе Боровичи и разработан проект расчистки устья р. Шелони.

Для непосредственной защиты территорий и объектов от затопления отделом водных ресурсов по Новгородской области Невско-Ладожского БВУ предлагается ряд мероприятий по предупреждению и снижению ущерба от наводнений и другого вредного воздействия вод:

- проектирование и строительство противопаводковых сооружений в районах населенных пунктов области, наиболее часто подверженных подтоплению (пос. Краснофарфорный и пос. Пролетарий);
- проведение дноуглубительных работ с расчисткой русел рек Шелони, Волхова, Мсты и Ловати.

В настоящее время для оперативного вмешательства в негативно складывающуюся обстановку, связанную с безаварийным пропуском ежегодных весенних половодий и паводков на водных объектах, правительством Новгородской области составляются и выполняются различные противопаводковые мероприятия, включающие в себя [2]:

- проведение подготовительных работ, в т. ч. предпаводковое обследование ГТС, затопляемых территорий, водоохранных зон и др.;
- авиа- и ледовую разведку местности и водных объектов;
- выполнение ледокольных и взрывных работ;
- строительство временных дамб и сооружений (в случае необходимости) и др.

Состав и набор этих работ, как правило, диктуется складывающейся гидрометеорологической и гидрологической обстановкой, а общие затраты на проведение этих работ достигают нескольких миллионов рублей.

Для уменьшения затрат на проведение предпаводковых работ, систематизации имеющейся и поступающей информации, оперативного принятия решений по обеспечению безаварийных пропусков весенних половодий и паводков предлагается создать геоинформационную систему по зонам затопления во время половодья и дождевых паводков и защите объектов от вредного воздействия вод по Новгородской области. Затраты на ее изготовление и методическое сопровождение ориентировочно составят 7 млн руб.

Для минимизации эксплуатационных расходов по методическому сопровождению системы необходима ее разработка на бассейновом принципе под руководством Невско-Ладожского БВУ.

#### Псковская область

На территории области в последние годы высоких уровней весеннего половодья и паводков не наблюдалось, максимальные уровни весеннего половодья были ниже средних многолетних значений. Наводнений природного характера на территории области не зафиксировано [2].

#### Республика Карелия

Региональной особенностью Карелии является наличие водохранилищ (ВДХЛ), созданных на базе озер, гидрологический режим которых имеет специфические особенности: внутригодовой ход уровней ВДХЛ характеризуется резким подъемом уровней воды в период наполнения и плавным спадом в течение остальной части года. При этом береговые отмели, формирующиеся при высоком стоянии уровней, подвергаются размыву при его снижении (сработке ВДХЛ). Материал разрушения при этом откладывается на более низких отметках склона, что замедляет выработку устойчивого профиля берега и в то же время расширяет зону размыва. На территории республики имеется тринадцать крупных водохозяйственных систем. Системы представляют собой звенья зарегулированных гидротехническими сооружениями (ГТС) рек и озер. В составе этих систем сосредоточено 537 ГТС и 29 водохранилищ (общим объемом — 372,444 млрд м<sup>3</sup>), а также одиннадцать крупных накопителей сточных вод и жидких отходов. Возможные в республике наводнения могут быть вызваны природными или техногенными процессами. В целях обеспечения своевременной подготовки емкостей водохранилищ к приему весенних вод каждый год выполняется детальный анализ обстановки по каждому ВДХЛ комплексного назначения. Проведенный водным отделом по Республике Карелии Невско-Ладожского БВУ анализ многолетних паводковых ситуаций и сделанное на его основе зонирование территории Карелии по величине воздействия паводковых вод на ее инфраструктуру показали, что наиболее опасным является прохождение паводка в следующих районах: Беломорском — р. Нижний Выг; Калевальском — реки Чирка-Кемь, Кемь; Кемском — р. Кемь; Пудожском — р. Водла; Прионежском — р. Шуя.

К проблемам, связанным с русловыми процессами, можно также отнести характерные для республики гидрологические явления, такие как заторы и зажоры. Высокие подпорные уровни воды при заторах в период весеннего ледохода и зажорах льда в осенне-зимний период (реки Шуя, Суна, Кемь, Выг) могут превзойти наивысшие уровни весенних паводков. При этом подтапливаются городские территории в островной части городов Беломорска и Кемь, хозяйственные постройки и сооружения по берегам рек, происходит забивка шугой оголовка водозабора в г. Петрозаводске.

Борьба с затоплениями должна осуществляться по двум направлениям: предотвращение образования зажоров и борьба с задержкой шуги в русле. Предотвращение образования зажоров вследствие переохлаждения воды возможно тремя способами:

1. Созданием условий, способствующих более быстрому образованию ледяного покрова.
2. Изменением режима работы ГЭС для избегания опасного соотношения расходов соленой и пресной воды.
3. Сбросом теплой воды для изменения термического режима потока.

Борьба с задержкой шуги возможна путем увеличения шуготранспортирующей способности потока (дноуглубительные и выпрямительные работы в русле) и пропуска льда при его задержке у препятствий с помощью взрыва.

#### Калининградская область

В области имеются территории, подверженные периодическому затоплению паводками 10% обеспеченности. Эти районы приурочены к побережью Калининградского и Куршского заливов Балтийского моря и неодамбованным участкам пойм рек Немана, Преголи, Деймы и относятся к землям сельскохозяйственного назначения (заливные луга). Отдельные участки заняты влагоустойчивыми видами кустарниковой и иной растительности. Объекты жилого и производственного назначения, места хранения опасных веществ на этих территориях отсутствуют.

В Калининградской области функционируют около 100 тыс. га полей земель, которые защищают 728 км дамб и обслуживают более 120 насосных станций. История освоения полей земель имеет более чем двухсотлетнюю историю. Проанализированы существующие отметки водозащитных дамб, выполнено их сравнение с расчетными уровнями воды 1% и 10% обеспеченности, при этом в зону затопления попадают 18 населенных пунктов Славского района, 8 — Полесского района, 3 — Гурьевского района, 8 — Гвардейского района и 3 — Черняховского района, а также незначительные территории городов Калининграда, Советска, Немана. В зоне затопления паводками 1% обеспеченности окажутся места захоронения золо- и короотвалов целлюлозно-бумажной промышленности, шламонакопитель Портовой нефтебазы и отходы МП «Чистота» в г. Калининграде [2].

В целях организации работ по контролю за режимом использования периодически затопляемых территорий ежегодно отделом водных ресурсов по Калининградской области Невско-Ладожского БВУ, управлением Росприроднадзора по Калининградской области и органами муниципального управления до прохождения паводков осуществляются проверки возможных источников загрязнения, расположенных в водоохранных зонах и зонах возможного затопления, которые могут оказать негативное воздействие на качество водных ресурсов.

Среди нарушений наиболее характерными являются: загрязнение поверхностных водных объектов, захламление их водоохранных зон и прибрежных защитных полос. Сведения по результатам предпаводкового обследования представляются в Невско-Ладожское БВУ по установленным форме и срокам.

Таким образом, практически все регионы, входящие в зону деятельности Невско-Ладожского БВУ, за исключением Псковской области, имеют территории, подверженные периодическому затоплению паводками. Ежегодно в целях обеспечения безопасности жизнедеятельности населения от наводнений и другого вредного воздействия вод

под руководством Невско-Ладожского БВУ за счет средств федерального бюджета осуществлялись и осуществляются мероприятия по предупреждению и снижению ущерба от наводнений и другого вредного воздействия вод. Однако для выявления опасных русловых процессов, влияющих на гидродинамические и морфологические характеристики водных объектов (в т. ч. ведущие к подтоплению прибрежных территорий), динамики береговой линии в местах наиболее интенсивного развития эрозионных и русловых процессов, проведения оценки их опасности для населенных пунктов и хозяйственных объектов, расположенных в прибрежных зонах, **необходимы сбор, обработка и анализ данных проверок соблюдения специальных режимов** хозяйственной и иной деятельности в водоохранных зонах, возможных источников загрязнения, расположенных в водоохранных зонах и зонах возможного затопления, которые могут оказать негативное воздействие на качество водных ресурсов, сведений предпаводкового обследования, результатов оценки интенсивности воздействия речного транспорта и маломерного флота на водные объекты и последствий этих воздействий [6].

Для оценки эффективности выполнения мероприятий по предупреждению и снижению ущерба от наводнений и другого вредного воздействия вод необходимо также предусмотреть использование следующих показателей [1].

- Увеличение степени обеспеченности промышленно-сельскохозяйственных территорий и сельхозугодий системами инженерной защиты от наводнений и другого вредного воздействия вод (%).
- Увеличение протяженности построенных реконструированных и отремонтированных противопаводковых сооружений (км).
- Увеличение протяженности построенных реконструированных и отремонтированных берегоукрепительных сооружений (км).
- Увеличение протяженности расчищенных, углубленных и зарегулированных участков русел рек (км).
- Снижение вероятных ущерба населению и экономике от наводнений и других вредных воздействий вод (млн руб., %).

#### Литература

1. Приказ Министерства природных ресурсов РФ от 20 июля 2005 г. «Об утверждении ведомственной целевой программы «Предупреждение и снижение ущерба от наводнений и другого вредного воздействия вод». <http://www.mnr.gov.ru/part/?act=print&id=356&pid=151>.
2. Государственный доклад о состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации по зоне деятельности Невско-Ладожского БВУ в 2006 г.
3. Кураев С. Н., Комаров Г. К., Стенина Н. В. Анализ экологической обстановки Невской губы и восточной части Финского залива в сравнении с прогнозами технического проекта Комплекса защитных сооружений от наводнений (2007). Официальный сайт Госстроя [http://www.gosstroy.gov.ru/docum\\_20.htm](http://www.gosstroy.gov.ru/docum_20.htm).
4. Отчет ООО «Ленводпроект» об экологических исследованиях по проекту на дноочистительные работы Староладожского, Малоневского каналов и протоки Малой Невки в г. Шлиссельбурге (2006). СПб.



## ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОТПОРА ПЕРЕД ЭКРАНИРУЮЩИМИ СТЕНКАМИ БОЛЬВЕРКОВ



**Гуткин Ю. М.,**  
канд. техн. наук, главный специалист ПФ  
«Союзпроектверфь» ОАО «Центр технологии  
судостроения и судоремонта», заслуженный  
строитель РФ (Санкт-Петербург)

*In the article «About resistance test in front of shielded walls of revetment» by Y. M. Gutkin is the method of resistance test in front of shielded walls of revetment for various geometric constructions layouts. There is the calculation data carried out by this method.*

В предыдущей статье (см. Гуткин Ю. М. Проблемы расчета экранированных больверков. Гидротехника, 2012, № 2, стр. 60–65) показано, что рекомендации нормативного документа [2] в отношении определения отпора перед экранирующей стенкой больверка (рис. 1) приводят к весьма существенному (более чем на порядок) завышению его величины.

Это завышение объясняется тем, что для определения отпора прямоугольного межстенного грунтового массива (в случае размещения нижних концов лицевой и экранирующей стенок на одном уровне) используются решения для классических треугольных (или близких к ним) призм выпора. Отметим здесь, что иные случаи взаимного высотного положения нижних концов стенок в [2] не рассматриваются.

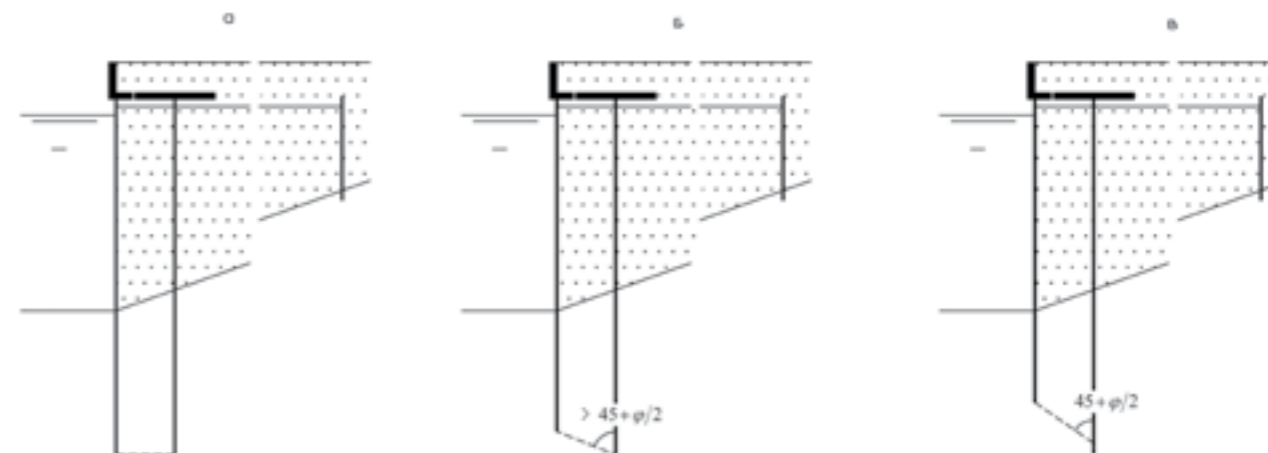
Следствием переоценки возможностей отпора грунта перед экранирующей стенкой явилось понимание его недостаточности для восприятия давления с ее стороны и неизбежности передачи части этого давления на лицевую стенку (рис. 2). В расчетном отношении это означает использование рассматриваемого отпора как активной нагрузки на экран, уменьшающей упомянутое дополнительное давление на лицевую стенку.

Отсюда важность корректной оценки величины и характера распределения по высоте отпора межстенного грунтового массива. В статье представлен инженерный подход к решению этой задачи. Поскольку ее содержание в значительной степени носит методический характер, иллюстрация этого подхода будет для простоты осуществляться для однородного несвязного грунта основания и без учета его трения о стенку.

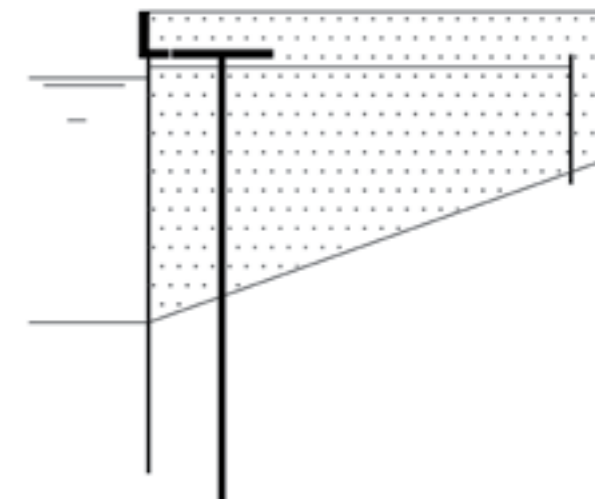
Рассматриваются три возможные геометрические схемы больверков с одной экранирующей стенкой — с одинаковым заглублением обеих стенок в грунт основания, с незначительным и значительным заглублением экранирующей стенки относительно лицевой (рис. 3). Под незначительным здесь понимается такое заглубление, при котором угол наклона плоскости, соединяющей нижние концы стенок, к вертикали будет превышать классический угол выпора, равный  $(45^\circ + \varphi/2)$ , где  $\varphi$  — угол внутреннего трения грунта основания. Угол указанной плоскости к вертикали, меньший угла выпора, будет признаком значительности заглубления экранирующей стенки относительно лицевой.

Применительно к каждой из этих схем искомый отпор будет определяться как минимальная сила сопротивления сдвигу грунтового массива, ограниченного по бокам вертикальными плоскостями и пригруженного сверху равномерно распределенной нагрузкой. Для первой из обозначенных геометрических схем сооружения это будет прямоугольный грунтовый массив, для двух остальных — трапециевидный.

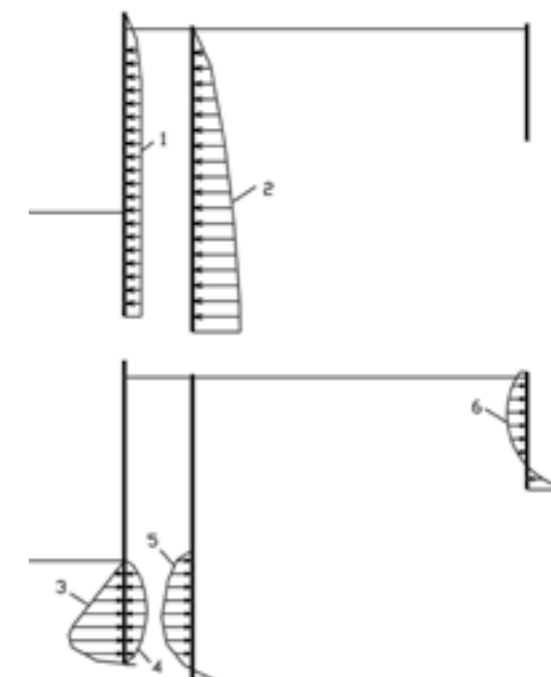
В качестве исходного допущения принимается, что верхняя граница учитываемого отпора (а значит, и сопротивляющегося сдвигу грунтового массива) находится на уровне дна акватории. Это отличается от принятого в [2] приема, в соответствии с которым границей независимого упругого основания экранирующей стенки считается некий уровень свободного дна (УСП), чье положение определяется вполне условной зависимостью от ряда геометрических параметров основных элементов сооружения и угла внутреннего трения  $\varphi$  грунта основания. Для различного сочетания этих параметров упомянутая зависимость дает положение УСП как выше, так и ниже дна акватории. Учитывая, что в реальных конструкциях расстояние между стенками невелико (не превышает, как правило, 2,5–4 м), допущение о совпадении верхней границы отпора с уровнем дна представляется ничуть не более условным, нежели прием, регламентируемый в [2].



**Рис. 3. Геометрические схемы экранированных больверков**



**Рис. 1. Конструктивная схема экранированного больверка**



**Рис. 2. Возможная схема работы экранированных больверков**  
(1 и 2 — исходные нагрузки на лицевую и экранирующую стенки соответственно, 3 и 5 — реакции основания перед лицевой и экранирующей стенками соответственно, 4 — давление, передаваемое на лицевую стенку от экранирующей при дефиците отпора со стороны межстенного грунтового массива основания, 6 — реакция основания перед анкерной стенкой)



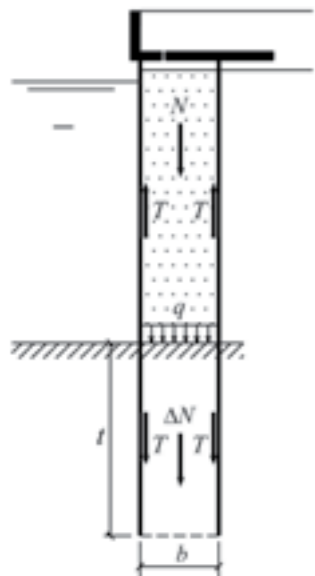


Рис. 4. Схема передачи веса межстенной засыпки на грунт основания

Как будет видно из дальнейшего, в предлагаемых решениях величина суммарного отпора перед экранирующей стенкой, определяемая массой всего межстенного грунтового массива, не зависит от высотного положения верхней границы зоны его действия — в отличие от методики [2]. Забегая несколько вперед, можно отметить (на основании определенного расчетного анализа рассматриваемых конструкций), что некоторое смещение границы действия отпора в обе стороны от уровня дна (в пределах 1–2 м) не меняет кардинально картину статической работы основных элементов сооружения.

Предельный отпор прямоугольного грунтового массива для первой геометрической схемы сооружения (рис. 3, а) определяется его сопротивлением плоскому сдвигу по горизонтальной плоскости, проходящей через нижние концы обеих стенок, и может быть определен из выражения (1).

$$E_p = (q + \gamma t) b \cdot tg\varphi \quad (1)$$

Здесь  $q$  — интенсивность пригрузки отпорного грунтового массива,  $\gamma$  — удельный вес грунта основания,  $t$  — заглубление стенок относительно дна,  $b$  — расчетная ширина отпорного массива (расстояние между осью лицевой стенки и экранирующей плоскостью).

В качестве интенсивности пригрузки  $q$  следует принимать силосное вертикальное давление в межстенном грунтовом массиве  $\sigma_{y,с.в.}$  в уровне дна. Руководящий документ [2] рекомендует для оценки отпора перед экраном работать с силосным вертикальным давлением в пределах всей толщи отпорного массива. Эта рекомендация представляется спорной по следующим соображениям.

Как известно, силосный эффект возникает в грунтовых массивах ограниченной ширины вследствие зависания части веса засыпного грунта на ограждающих стенах за счет трения между ними. Это в полной мере относится к верхней, засыпной, части межстенного грунтового массива рассматриваемых конструкций. Но приписывать такое же свойство коренному грунту основания, в который погружаются ограждающие конструкции, представляется неправомерным.

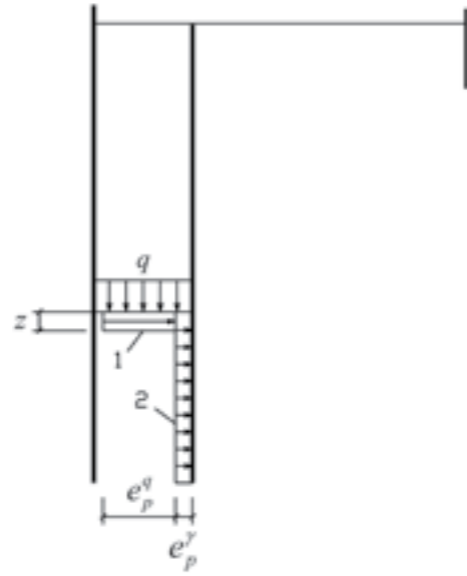


Рис. 5. Вид эпюры отпора перед экранирующей стенкой для первой геометрической схемы

Более того, в этой зоне на грунт основания через трение по боковым поверхностям стен будет осуществляться передача нагрузки, зависшей на них наверху (рис. 4). Тем самым отпорный массив будет дополнительно пригружаться той частью веса засыпки, которая зависла на стенах наверху. Но пригрузка эта будет осуществляться с глубиной — по мере реализации сил трения. Если предположить равномерное распределение этих сил по заглубленным частям стен, то эта дополнительная пригрузка может быть учтена в формуле (1) заменой удельного веса грунта основания  $\gamma$  на приведенное значение этого параметра  $\gamma_{прив}$ .

$$\gamma_{прив} = \gamma + \frac{q_{с.в.} - \sigma_{y,с.в.}}{t} \quad (2)$$

Здесь  $q_{с.в.}$  — интенсивность веса засыпки на уровне дна (без учета силосного эффекта),  $\sigma_{y,с.в.}$  — силосное вертикальное давление на уровне дна,  $t$  — заглубление стенок относительно дна акватории.

Интенсивность составляющей отпора от пригрузки основания, действующего в его верхней части, может быть определена по классической зависимости

$$e_p^y = \sigma_{y,с.в.} \lambda_p \quad (3)$$

где  $\lambda_p$  — коэффициент отпора.

Зона действия этой части отпора  $z$  определится из равенства ее суммарной величины соответствующей доли сопротивления пригруженного грунтового массива сдвигу по горизонтальной плоскости

$$z = \frac{b \cdot tg\varphi}{\lambda_p} \quad (4)$$

Эта величина ограничивает зону, в пределах которой минимальный отпор будет определяться сопротивлением сдвигу классических треугольных призм выпора. Весь возможный отпор, обусловленный пригрузкой отпорного грунтового массива, будет реализован в пределах этой зоны. Нетрудно видеть, что зона действия отпора от пригрузки очень невелика. В диапазоне изменения угла внутреннего трения  $\varphi = 26-32^\circ$  ее величина составит примерно  $0,19b$  при пренебрежении си-

лами трения грунта о стенку и  $(0,10-0,11)b$  при учете этих сил. При обычных для экранированных больверков  $b = 2,5-4$  м это будет соответствовать  $0,48-0,76$  м и  $0,25-0,44$  м соответственно. Такая незначительная зона действия отпора от пригрузки означает возможность рассмотрения его в практических расчетах в качестве сосредоточенной силы. Одновременно снимает как неактуальную проблему учета в этой зоне сил трения грунта о стенку.

Интенсивность отпора от веса (приведенного) грунта основания является величиной постоянной и может быть вычислена по формуле

$$e_p^y = \gamma_{прив} b \cdot tg\varphi \quad (5)$$

Вид эпюры отпора перед экранирующей стенкой для первой геометрической схемы представлен на рис. 5.

Несложный анализ представленных расчетных зависимостей показывает, что суммарный отпор межстенного грунтового массива определяется его полным весом. Учет силосного эффекта влияет лишь на схему распределения этого отпора по глубине — он уменьшается в верхней зоне. Это уменьшение компенсируется увеличением составляющей отпора от веса грунта основания за счет использования его приведенной величины.

Предельный отпор трапециевидального грунтового массива для второй геометрической схемы сооружения (рис. 3, б) определяется его сопротивлением сдвигу по наклонной плоскости, проходящей через нижние концы обеих стенок. Величина этого отпора может быть определена из условия (6) равновесия всех сил, действующих на сдвигаемый массив (рис. 6).

$$E_p \sin\psi = N \cos\psi + N \sin\psi \cdot tg\varphi + E_p \cos\psi \cdot tg\varphi \quad (6)$$

$$E_p = N \frac{\cos\psi + \sin\psi \cdot tg\varphi}{\sin\psi - \cos\psi \cdot tg\varphi} = N \frac{1 + tg\psi \cdot tg\varphi}{tg\psi - tg\varphi} \quad (7)$$

В этих выражениях  $N$  — вес грунтового массива,  $\psi$  — угол между плоскостями сдвига и экранирующей стенки.

Ключевым для второй геометрической схемы является вопрос распределения отпора по высоте отпорного массива. Если принять распределение отпора в пределах глубины погружения лицевой стенки таким же, как для первой схемы, то для второй искомым является определение отпора части грунтового массива, расположенного между нижними концами обеих стенок, и характера его распределения в пределах зоны действия. Эта часть отпора  $\Delta E_p$  может быть представлена как разница между отпором всего массива, определяемого по формуле (7), и отпором части массива, расположенной выше уровня погружения лицевой стенки. Отпор этой части массива принимается по (1).

$$\Delta E_p = N \frac{1 + tg\psi \cdot tg\varphi}{tg\psi - tg\varphi} - (q + \gamma t) b \cdot tg\varphi \quad (8)$$

Уравнение (8) приводится к следующему виду, удобному для дальнейшей работы.

$$\Delta E_p = \frac{(A + 0,5\gamma \cdot \Delta t) b \cdot \Delta t}{b - \Delta t \cdot tg\varphi} \quad (9)$$

Здесь  $A = (q + \gamma t)(1 + tg^2\varphi) + 0,5 \gamma b \cdot tg\varphi$ , где  $\Delta t$  — заглубление экранирующей стенки относительно лицевой. Множитель  $(q + \gamma t)$  в этом выражении означает интенсивность давления на основание в уровне подошвы лицевой стенки. В связи

с этим параметры  $q$  и  $\gamma$  могут приниматься как с учетом силосного эффекта выше дна, так и без него, — в соответствии с принятой в настоящей работе схемой передачи веса межстенного грунтового массива на основание (рис. 4) результат будет одинаковым.

Производная от (9) по  $\Delta t$  дает выражение для определения интенсивности отпора в рассматриваемой зоне.

$$e_p = \frac{[(A + \gamma \cdot \Delta t)b - 0,5 \gamma \cdot \Delta t^2 \cdot tg\varphi] b}{(b - \Delta t \cdot tg\varphi)^2} \quad (10)$$

В этом выражении  $\Delta t$  — заглубление расчетного уровня грунтового массива относительно нижнего конца лицевой стенки.

Эпюра  $e_p$ , как видно из структуры формулы (10), имеет нелинейный вид. В уровне низа лицевого шпунта ( $\Delta t = 0$ ) для рассматриваемой зоны

$$e_p = A \quad (11)$$

Из сравнения выражений (5) и (11) видно, что в уровне низа лицевого шпунта происходит резкий скачок интенсивности отпора, связанный с началом зоны отпора, определяемого сдвигом отпорного массива по наклонной плоскости. Можно условно обозначить эту зону как зону реализации «отложенного» отпора от пригрузки и веса грунта основания, связанных с завершением экранирования лицевой стенкой отпорной зоны стенки тыловой.

При третьей геометрической схеме сооружения (рис. 3, в) зона реализации «отложенного» отпора снизу ограничивается уровнем пересечения плоскости выпора, проходящей через низ лицевой стенки, с экранирующей плоскостью тыловой стенки, т. е. на уровне, соответствующем

$$\Delta t = \frac{b}{tg(45^\circ + \varphi/2)} \quad (рис. 7).$$

Ниже этого уровня для экранирующей стенки начинается зона классического отпора. Интенсивность отпора в пределах этой зоны составляет  $e_p = \gamma h \lambda_p$ , где  $h$  — расстояние от дна акватории до расчетного уровня. Еще раз отметим, что в этой зоне уже не сказывается влияние пригрузки отпорного массива экранирующей стенки — оно исчерпано в предыдущей зоне (зоне «отложенного» отпора). В связи с этим на границе этих двух зон происходит обратный (в сторону понижения) скачок интенсивности отпора.

В качестве иллюстрации к предложениям настоящей статьи в таблице и на рис. 8 приводятся результаты расчетов по определению отпора перед экранирующими стенками больверков для трех геометрических схем сооружений.

Исходные данные, принятые в расчетах:

- расчетное расстояние между стенками 2,5 м;
- заглубление экранирующей стенки ниже дна акватории одинаково для всех схем и равно 9 м;
- заглубление экранирующей стенки относительно лицевой составляет 0; 1 и 3 м для геометрических схем 1, 2 и 3 соответственно;
- пригрузка отпорного массива  $\sigma_{y,с.в.} = 90$  кН/м<sup>2</sup> (9 т/м<sup>2</sup>);
- угол внутреннего трения грунта основания  $\varphi = 26^\circ$ ;
- удельный вес грунта основания 1 т/м<sup>3</sup>;
- величины приведенных удельных весов грунта основания составляют 1,67; 1,75 и 2,00 т/м<sup>3</sup> для схем 1, 2 и 3 соответственно.

Анализ характера эпюр отпора перед экранирующими стенками, представленных на рис. 8, позволяет в общем слу-



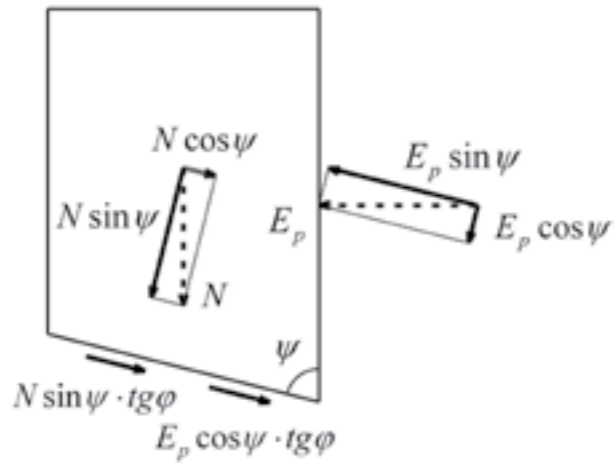


Рис. 6. Силы, действующие на трапецидальный грунтовой массив при его сдвиге по наклонной плоскости

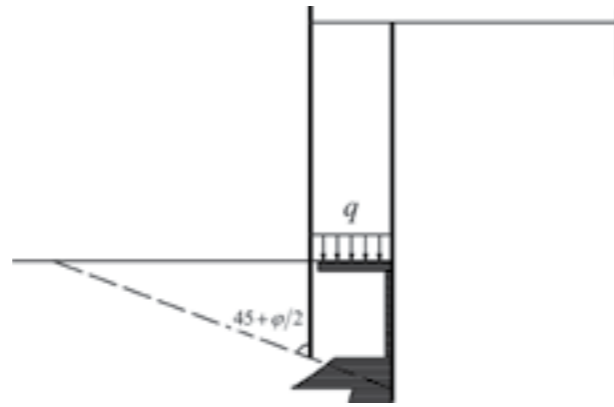


Рис. 7. Вид эпюры отпора перед экранирующей стенкой для третьей геометрической схемы

чае четко выделить три характерные зоны реализации этого отпора.

Верхняя зона, соответствующая глубине погружения лицевой стенки, может быть охарактеризована как зона экранирования рассматриваемого отпора лицевой стенкой. В пределах этой зоны интенсивность отпора, за исключением незначительного верхнего участка, крайне невелика. Исключительно этой зоной определяется относительно небольшой отпор перед экранирующей стенкой при одинаковом заглублении обеих стенок. Есть все основания утверждать, что этих отпорных сил совершенно недостаточно для восприятия давления со стороны экрана — неизбежна передача значительной части этого давления через лицевую стенку на передний грунтовой массив основания.

Средняя зона (расположенная ниже подошвы лицевой стенки) — зона реализации «отложенного» отпора — характеризуется повышенной интенсивностью отпора. Эта зона выделяется даже при незначительном заглублении экранирующей стенки относительно лицевой. Именно в пределах этой зоны реализуется (частично или полностью) суммарный отпор пригруженного трапецидального межстенкового грунтового массива. Здесь важно отметить, что эта реализация происходит не без потерь для условий статической работы экранирующих стенок. Одновременно с мобилизацией мак-

симально возможного отпора происходит смещение центра тяжести отпорных сил вниз, что с неизбежностью ведет к увеличению усилий в экране.

И, наконец, нижняя зона, имеющая место при значительном заглублении экранирующей стенки против лицевой. В ее пределах отпорные силы, определяемые сопротивлением сдвигу общей призмы выпора, вычисляются каноническим способом. Интенсивность этих сил значительно меньше, чем в средней зоне. Для подобных сооружений характерно максимальное использование потенциального отпора перед сооружением в целом (см. строку 6 таблицы).

Данные таблицы убедительно иллюстрируют экранирующую роль лицевой стенки в отношении отпора перед стенкой тыловой. Уменьшение заглубления лицевой стенки всего на 1 м увеличило отпор перед экранирующей более чем в 2 раза, а на 3 м — в 4 раза (таблица, строка 2). Одновременно нарастает общий отпор сооружения в целом (таблица, строка 4). Разумеется, это результаты частного расчета, но общие закономерности они отражают, как представляется, вполне однозначно. Собственно, эти закономерности вполне вытекают из предложенных аналитических решений.

Для контроля в строке 5 таблицы приведена величина отпора перед одиночной стенкой с частично пригруженным основанием перед ней. Соответствующая эпюра этого отпора

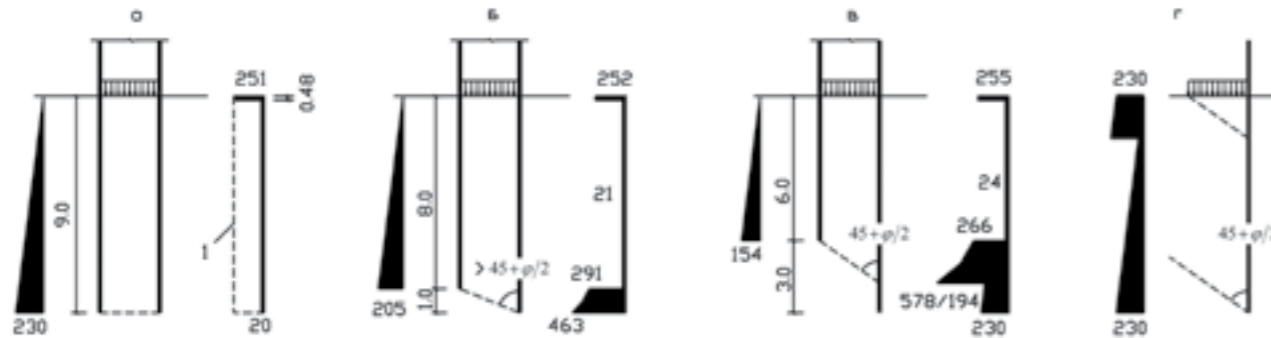


Рис. 8. Эпюры отпора для лицевых и экранирующих стен больверка

а, б, в — для геометрических схем сооружения 1, 2, 3 соответственно, г — для одиночной стенки с частично пригруженным основанием; линейные размеры — в м, интенсивность отпора — в кПа

№№ п/п	Параметр	Геометрические схемы сооружения		
		1 Одинаковое заглубление стенок	2 Подошва лицевой стенки на 1 м выше нижнего конца экранирующей	3 Подошва лицевой стенки на 3 м выше нижнего конца экранирующей
1	Составляющие суммарного отпора перед экранирующей стенкой: — верхняя зона — средняя зона — нижняя зона	293 — —	281 368 —	256 614 305
2	Суммарный отпор перед экранирующей стенкой, кН	293	649	1175
3	Суммарный отпор перед лицевой стенкой, кН	1037	819	461
4	Общий отпор перед обеими стенками, кН	1330	1468	1636
5	Базовый отпор классической призмы выпора с частичной пригрузкой, кН	1636		
6	Коэффициент возможного использования потенциального отпора перед сооружением в целом	0,81	0,90	1,00

Табл. 1. Результаты определения отпора перед стенками экранированного больверка

показана на рис. 8, г. Величина пригрузки и заглубление стенки соответствуют таковым для экранирующей стенки в рассмотренных примерах расчета. Отпор перед ней по величине абсолютно совпадает с суммарным отпором обеих стенок в схеме 3, что может служить подтверждением обоснованности предложенных решений.

В строке 6 таблицы приведены величины условных коэффициентов возможного использования потенциального отпора перед сооружением в целом, определенные как отношение общего отпора перед обеими стенками (строка 4) к базовому отпору (строка 5). Как видно, для всех рассмотренных схем сооружения характерна возможность высокого использования — вплоть до полного. Однако для условий статической работы основных несущих элементов сооружения (в первую очередь, экранирующей стенки и анкерных тяг) существенно значительное снижение центра тяжести отпора перед экранирующей стенкой (рис. 8). Естественно, это снижение должно с неизбежностью вести к увеличению усилий в несущих конструкциях сооружения по сравнению с таковыми, определенными в соответствии с рекомендациями [2].

**Выводы.**

1. В статье представлен инженерный подход к оценке отпора перед экранирующими стенками для различных случаев соотношения заглубления обеих стенок между собой.
2. Даны расчетные формулы для определения интенсивности этого отпора по глубине.
3. Обозначен эффект «отложенного» отпора от пригрузки основания весом межстенкового грунтового массива при заглублении экранирующей стенки ниже лицевой;

4. Характер эпюры отпора перед экранирующей стенкой позволяет говорить о роли лицевой стенки в качестве своеобразного экрана, препятствующего полноценному использованию отпорных возможностей грунта основания перед тыловой стенкой. В этом контексте можно говорить, что у рассматриваемой конструкции обе стенки являются экранирующими — тыловая экранирует наружное активное давление грунта, а лицевая экранирует отпор перед тыловой.

5. Самыми неэффективными, с точки зрения мобилизации суммарного отпора перед сооружением в целом, и особенно перед экранирующими стенками, следует признать конструкции с одинаковым заглублением обеих стенок в основании.

6. В представленных предложениях по определению отпора перед экранирующими стенками даны решения для простейшего случая — однородного основания, сложенного несвязными грунтами, и без учета трения грунта об эти стенки. Освещение вопросов, связанных с учетом этого трения, равно как и с учетом слоистости основания и связности грунтов, его слагающих, предполагается в отдельных публикациях.

**Литература**

1. Гуткин Ю. М. Проблемы расчета экранированных больверков // Гидротехника. 2012. № 2. С. 60–65.
2. Указания по проектированию больверков с учетом перемещений и деформаций элементов. РТМ31. 3016-78.



# ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА МОРСКИХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА ЧЕРНОМОРСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ РОССИИ



**Макаров К. Н.,**  
доктор техн. наук, профессор, зав. кафедрой городского строительства Сочинского государственного университета, академик Академии транспорта РФ

В настоящее время на Черноморском побережье России ведется активное проектирование и строительство как портовых, так и берегозащитных и пляжеудерживающих гидротехнических сооружений, в том числе в рамках подготовки к зимней Олимпиаде 2014 г. в городе Сочи.

При этом уже на текущих стадиях этих работ проявились существенные проблемы, требующие неотложного осмысления для устранения их причин.

Проектируются или строятся следующие объекты морской гидротехники.

**1. Восстановление восьми морских терминалов (портопунктов) морского порта Сочи** с созданием береговой инфраструктуры для обслуживания местных пассажирских морских линий (Имеретинская низменность, Адлер, Хоста, Мацеста, Мамайка, Дагомыс, Вардане, Лазаревское). При этом решено построить шесть базовых портопунктов для приема двух типов судов и два портопункта для приема только одного типа судна.

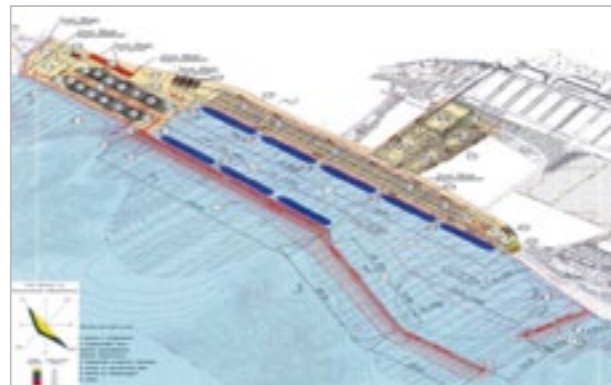


**Рис. 1. Генплан портопункта Имеретинского**

*In the article by K. N. Makarov «Design and construction problems of maritime hydraulics on the Black Sea coast of Russia» are considered in detail project designs and work progress of maritime hydraulics connected with the arrangements for the Winter Olympic Games of 2014 in Sochi: ports and terminals, coast protection works, embankments. The author notes defects in the calculations, problems in use some building technologies that threaten safety of maritime hydraulics and surrounding areas. As well he notices the valid regulations and procedures allowing to avoid the future construction service problems as early as the design stage.*

При проектировании предварительно учтены возможности расположения элементов береговой инфраструктуры, парковочных площадок, торговых комплексов, зданий морских вокзалов. Однако все выделенные участки под береговую инфраструктуру располагаются в пляжной зоне, а некоторые — непосредственно на пляжах (рис. 1).

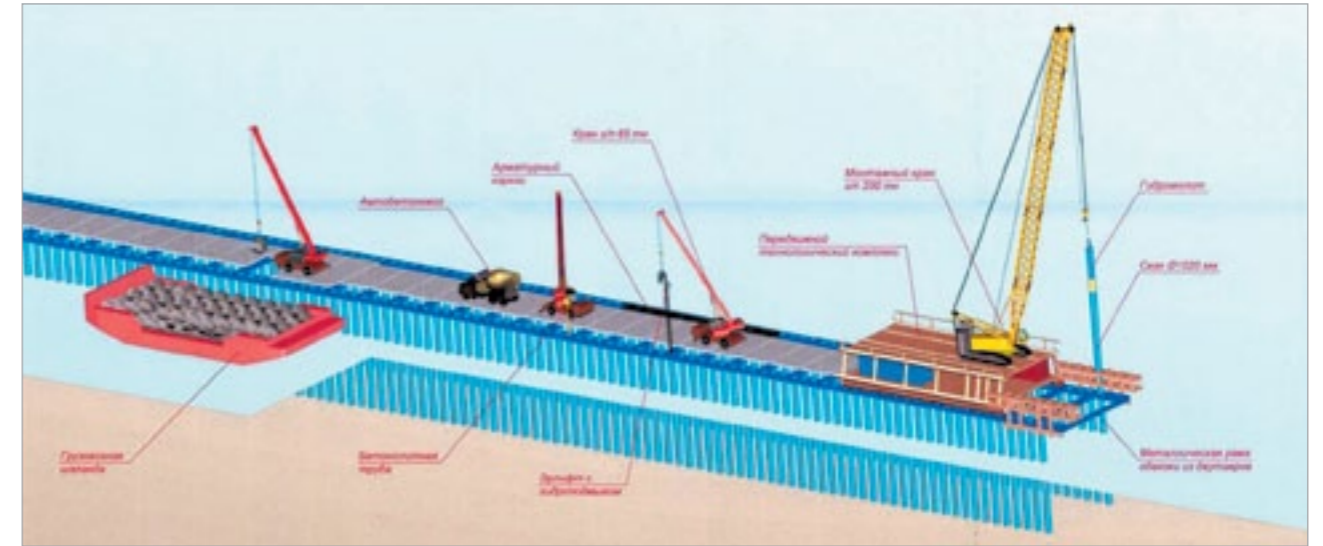
Из рис. 1 видно, что проектный вариант размещения сооружений портопункта Имеретинского предусматривает расположение капитальных сооружений в пляжной зоне. Это противоречит основополагающему принципу берегозащиты: запрещается размещать капитальные сооружения в активной



**Рис. 2. Схема компоновочных решений порта Имеретинского**



**Рис. 3. Предпроектный генеральный план марины, образуемой на месте грузового порта Имеретинского**



**Рис. 4. Технологическая схема возведения оградительного сооружения порта Имеретинского**

зоне пляжа. При таком расположении объектов портопункта их защита от волнения по стоимости будет сопоставима со стоимостью всех остальных сооружений. Кроме того, образующийся «искусственный мыс» может негативным образом повлиять на состояние пляжа на прилегающих участках берега. Поэтому такое расположение береговой инфраструктуры проектируемых портопунктов представляется принципиально неправильным и требует коренного пересмотра.

**2. Строительство грузового порта Имеретинского с последующим его перепрофилированием в яхтную гавань.** Порт располагается к востоку от устья р. Мзымты. Проектный грузооборот порта — 5 млн т в год (рис. 2).

Проект был разработан с выделением федеральной и инвестиционной составляющей. Назначение комплекса — прием навалочных и генеральных грузов в период строительства объектов олимпийской инфраструктуры.

За счет средств федерального бюджета строятся волнозащитные сооружения, акватория и водные подходы, средства навигационного обеспечения, а также пункт пропуска через государственную границу. За счет средств частного инвестора строятся причалы, а также вся необходимая портовая инфраструктура, включая открытые и закрытые складские площадки, перегрузочное оборудование. По окончании строительных работ по олимпийским объектам порт предполагается перепрофилировать в яхтную гавань (рис. 3).

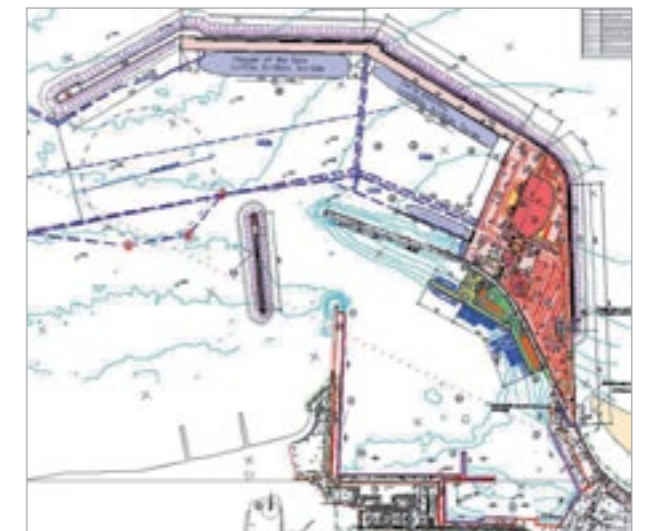
При проектировании порта Имеретинского была предложена сквозная конструкция оградительных сооружений (рис. 4), позволяющая возводить ее пионерным способом без применения плавкранов. Конструкция была промоделирована методами математического и гидравлического моделирования и принята для реализации.

Однако в процессе строительства в ночь с 13 на 14 декабря 2009 г. штормовым волнением была повреждена часть строящегося оградительного сооружения порта Имеретинского (рис. 5). При этом разрушения подверглись две секции Западного мола общей длиной порядка 200 м, расположенные на глубинах 10–12 м и 17 м.

В связи с произошедшей аварией появился ряд публикаций, например [1], в которых утверждается, что волновые расчеты, выполненные для обоснования конструкции оградительного сооружения по нормативным и рекомендатель-



**Рис. 5. Гребень волны, входящей в проран в оградительном сооружении, с роллером обрушения на отметке порядка +7,50 м**



**Рис. 6. Проект реконструкции порта Сочи**

ным методикам [2, 3], якобы не учитывают наличие подводного каньона перед оградительным сооружением. Так, в [1] приведены результаты расчетов по разработанной авторами программе, согласно которым в зоне каньона на





Рис. 7. Проектный разрез пляжа и набережной в Имеретинской низменности



Рис. 8. Проектный разрез пляжа и набережной в Имеретинской низменности

оградительное сооружение будет воздействовать волна 1% обеспеченности — в системе шторма повторяемостью 1 раз за 50 лет высотой 8,2 м. При этом авторы утверждают, что при проектировании для всего мола принимались одинаковые элементы волн, и это якобы явилось причиной аварии.

В действительности для этого участка оградительного мола порта Имеретинского (всего рассматривались пять участков мола) в проекте с учетом отражения волн от бровки каньона в качестве расчетной принималась волна 1% обеспеченности в системе высотой 8,7 м. Таким образом, предлагаемая авторами [1] расчетная высота волны является существенно заниженной, по сравнению с рассчитанной по нормативным методам.

Реальной же причиной аварии явилось то обстоятельство, что экстремальный шторм, существенно превышающий расчетный для строительного периода, прошел в то время, когда строящееся оградительное сооружение еще не имело проектной прочности.

Следует также отметить, что перепрофилирование порта в яхтную гавань представляется проблематичным. В частности, эскизный проект, показанный на рис. 3, невозможен для реализации, т. к. дополнительный волнолом показан на оси подводного каньона Нового на глубинах более 30 м. По-видимому, для того чтобы обеспечить на акватории будущего яхтного порта нормативную высоту волны (не более 0,3 м), необходимо будет рассматривать устройство дополнительных оградительных сооружений на внутренней акватории порта.

**3. Реконструкция порта Сочи с превращением его в центр международных морских пассажирских и круизных перевозок (рис. 6).** Данная реконструкция предполагает организацию крупной круизной гавани и яхтной марины в существующем порту.

Реконструкция была начата летом 2011-го строительством шпунтовой стены ограждения вновь образуемой искусственной территории. Однако при этом не была обеспечена своевременная засыпка грунтом пазухи за шпунтовой стеной. В результате стена была повреждена осенним штормом.

**4. Берегозащита побережья Имеретинской низменности.** В результате строительства порта Имеретинского берег от устья р. Мзымты до начала каньона Новый занят портовыми сооружениями. При этом полностью блокирован поток наносов, образованный твердым стоком реки Мзымты. Соответственно, берег к востоку от южного мола порта начал испытывать острый дефицит наносов.

Разработанный проект берегозащиты включает строительство набережной шириной 5,0 м в верхней части пляжа, ежегодную отсыпку отвала инертного материала объемом не менее 20 тыс. м<sup>3</sup> к востоку от южного мола порта Имеретинского (отвал должен заменить твердый сток реки Мзымты), отсыпку искусственного пляжа шириной 50 м на всем протяжении берегозащиты, строительство упорного пояса в виде свайного ростверка на буронабивных сваях с отметкой верха +2,00 м БС (отметка верхней части проектного пляжа), устройство волногасящего откоса из сквозных блоков, упорного в свайный ростверк (рис. 7).

Строительство ростверка и отсыпка пляжа были начаты летом 2011 г. Однако при этом резервный отвал инертного материала не отсыпался, пляж перед ростверком отсыпался не в полном объеме. Проектная отметка верха ростверка была существенно завышена. Согласно нормативным документам РФ, упорные элементы креплений откосов на морских берегах следует заглублять ниже возможной величины размыва пляжа (дна) перед откосом. Расчетная отметка низа ростверка, по нормативным документам, в зависимости от участка его строительства изменяется от -0,80 до -3,0 м БС. То есть фактически на 2–5 м ниже принятой в проекте. Усиления берегозащитного сооружения в зонах подводных каньонов предусмотрено не было, хотя рекомендовалось по итогам научных исследований.

В результате прохода ряда осенних штормов пляж перед ростверком в зоне каньона Нового был в значительной степени смыт вдольбереговым потоком, ростверк обнажился, из-под него начал вымываться материал, подстилающий блоки крепления откоса, и, соответственно, произошли деформации этих блоков, рис. 8. В настоящее время ведется строительство дополнительного берегоукрепления в зоне каньона Нового.

**5. Реконструкция Приморской набережной в Центральном районе г. Сочи.** В первом варианте реконструкция предполагала выдвигание набережной в море на 35–75 м с отсыпкой новых пляжей шириной не менее 35 м и устройством волнозащитных и пляжеудерживающих сооружений. Таким образом, существующая в настоящее время набережная оставалась в тыльной части новой и превращалась в обычную улицу. В этом случае отпадала необходимость выкупа земельных участков у их нынешних владельцев (арендаторов).

В качестве пляжеудерживающих сооружений предполагалось строительство бун длиной порядка 135–140 м (считая от новой волнозащитной стены). Расстояние между бунами

580–290 м. В головных частях бун проектировались круговые площадки диаметром 30 м, которые защищались от волнения наброской фигурных блоков. Для обеспечения устойчивости вновь создаваемых пляжей в образуемых межбунных отсеках предполагалось строительство волноломов из наброски фигурных блоков (тетраподов), предположительно по два волнолома в каждом межбунном отсеке. В качестве варианта пляжеудерживающих сооружений рассматривалась также классическая система бун.

По приведенным предпроектным проработкам были выполнены научные исследования (математическое и гидравлическое моделирование) и определены укрупненные показатели проекта. По ним была рассчитана сметная стоимость строительства, которая оказалась несколько больше, чем было заложено в государственном бюджете.

Тогда была произведена корректировка проекта с целью его удешевления. В новом варианте выдвигание в море новым пляжем сократилось до 30–40 м, длины новых бун — до 100 м. Существующая набережная сохраняет свои функции. При этом в зоне строительства оказываются некоторые «неприкасаемые» объекты — аквапарк «Маяк», комплекс «Малибу», кафе «Платформа» и ряд других, что создает значительные трудности для организации строительства.

**6. Строительство каменнонабросных бун.** В последние годы на Черноморском побережье Краснодарского края большое распространение получило строительство каменнонабросных бун взамен традиционных бетонных конструкций. Мотивируется это «близостью каменных конструкций к природе».

В действительности причина уже довольно широкого распространения каменнонабросных бун куда более тривиальна — они намного дешевле бетонных, что немаловажно при строительстве.

Здесь следует отметить, что набросные конструкции из камня или фигурных блоков в нормативных документах по морской гидротехнике рассматриваются как временные, деформируемые сооружения и рекомендуются на галечных берегах в качестве противоаварийных мероприятий, а также как волногасители на участках берегов, не предназначенных для рекреационного использования. В рекреационных зонах, предназначенных для купания, строительство набросных сооружений капитального типа прямо запрещено нормативным документом [4].

Практика строительства каменнонабросных бун подтверждает указанные положения нормативных документов.

Доказательства этого были приведены в одной из предыдущих публикаций [5].

Таким образом, проводимое в настоящее время массовое строительство каменнонабросных бун на Черноморском побережье России можно рассматривать как одну из серьезных негативных тенденций, ведущую к деградации побережья.

Из приведенных сведений о проектировании и строительстве в последние годы основных объектов морской гидротехники на Черноморском побережье России можно видеть, что все они сопровождаются теми или иными негативными тенденциями, а именно:

1. Стало чуть ли не «модным» пренебрегать указаниями СНиП, СП и других нормативных и рекомендательных документов, как якобы устаревших. Об этом свидетельствуют строительство капитальных сооружений в активных зонах пляжей, строительство каменнонабросных бун и каменных дамб в рекреационных зонах, ненормативное назначение высотных отметок сооружений и др.

2. В связи с постоянной «экономией» средств разрабатываемые проектные решения не имеют никаких прочностных запасов. Если раньше во все расчетные значения конструктивных элементов гидротехнических сооружений вводились коэффициенты запаса 1,2–1,5, то теперь для удешевления строительства такие запасы практически не вводятся (хотя это, вообще говоря, тоже требование нормативных документов). В результате малейшее нарушение (иногда неизбежное) технологии или организации строительства, воздействие гидрометеорологических факторов, имеющих более высокие показатели, чем расчетные на период строительства, приводят к авариям, разрушениям сооружений или их повреждению.

3. Участилась практика «научного обоснования» уже разработанных проектов. То есть, когда сначала разрабатывается проект под деньги и пожелания заказчика, а потом он научно «обосновывается».

4. Имеются случаи нарушения технологии и очередности строительных работ, в основном связанные с порочной практикой разделения финансирования строительства гидротехнических сооружений на федеральные и инвестиционные составляющие.

Очевидно, что приведенные негативные моменты относятся исключительно к так называемому человеческому фактору. Дело не в «потеплении климата» или «подъеме уровня Мирового океана», а исключительно в управлении и организации проектно-строительных работ.

**Литература**

1. Шахин В. М., Радионов А. Е. О научном обосновании морского гидротехнического строительства в Сочинском регионе // Гидротехника. 2012. № 3. С. 46–48.  
 2. СНиП 2.06.04-82\*. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1995.  
 3. Руководство по расчету элементов гидрологического режима в прибрежной зоне морей и в устьях рек при инженерных изысканиях. Л.: Гидрометеоиздат, 1978.  
 4. Проектирование морских берегозащитных сооружений. СП 32-103-97. М.: Трансстрой, 1998.  
 5. Макаров К. Н., Мигоренко А. В. О негативных тенденциях в берегозащите на Черноморском побережье Краснодарского края // Гидротехника. 2011. № 4. С. 40–42.



# СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА РЕЗОНАНСНЫХ СВОЙСТВ ЗАЩИЩЕННЫХ АКВАТОРИЙ



**Дивинский Б. В.,**  
канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник ЮО ИО РАН (г. Геленджик)



**Куклев С. Б.,**  
канд. геогр. наук, зав. гидрофизическим отделом ЮО ИО РАН (г. Геленджик)

*The purpose of the present investigation is the analysis of harbor resonant properties with use of mathematical model approaches. The definition of initial wave field in the form of white noise reveals the main resonance frequencies of water area with arbitrary configuration. The basic application of such approaches is the forecast of dangerous hydrodynamic phenomena at protected water areas, in particular, harbor oscillation.*

Во многих областях человеческой деятельности, связанных с морем, прогноз ветрового волнения имеет важное практическое значение. Заниженные оценки параметров ветрового волнения могут создать угрозу разрушения объекта строительства, завышенные — привести к неоправданно высоким капитальным затратам на его строительство и эксплуатацию. Эффективными техническими решениями можно исключить еще на стадии проектирования защищенных акваторий или, по крайней мере, учесть в рекомендациях по условиям эксплуатации развитие таких опасных гидродинамических процессов, как тягун, толчея, резонансные явления гавани.

Наибольшую опасность (исключая прямое воздействие ветрового волнения) на внутренней акватории представляют сейшевые колебания. Несмотря на то, что природа сейш довольно разнообразна (результат воздействия, к примеру, цунами, флуктуаций атмосферного давления, распространяющихся вдоль берега краевых волн), длиннопериодные колебания внутри защищенных акваторий проявляются в основном как следствие нелинейного взаимодействия полей ветрового волнения и зыби, а также внутриволнового взаимодействия в спектре поверхностных волн. Энергия длинноволновых колебаний может составлять от нескольких до десятка процентов общей энергии колебаний.

Совпадение собственных колебаний гавани с частотой внешнего возмущения приводит к резонансным явлениям. Резонансные свойства защищенной акватории зависят от многих определяющих параметров, в том числе от локальной батиметрии, внутренней конфигурации (геометрии), отражающих свойств защитных и причальных сооружений, а также непосредственно от состава и характеристик волнового поля. Резонансные явления, связанные с локальным ростом амплитуд колебаний свободной поверхности и усилением горизонтальных скоростей колебаний, проявляются на отдельных участках гавани и наиболее опасны у причальных сооружений. Обычно период колебаний составляет от десятков секунд до нескольких минут.

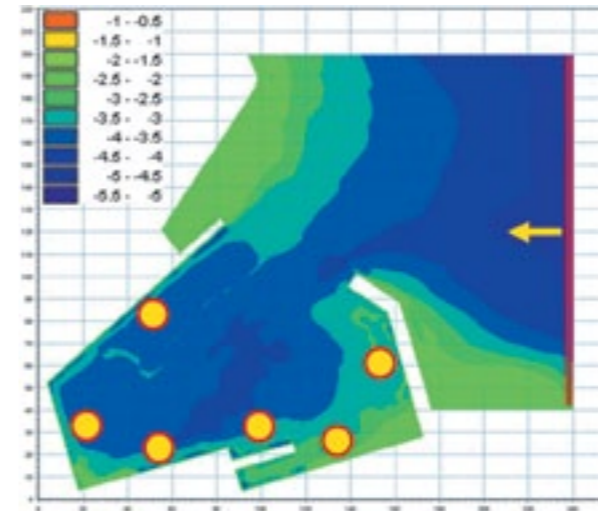
Частота собственных колебаний бассейна [4] может быть определена по формуле:

$$f = \frac{4L}{(2n+1)\sqrt{gd}}, \quad (1)$$

где  $d$  — глубина,  $L$  — длина бассейна. Основная мода колебаний соответствует случаю  $n = 0$ .

Приведенная формула является, в общем, оценочной, поскольку выведена для идеализированных условий и не учитывает локальные особенности, к примеру, композиционный состав гидротехнических сооружений, исполнение которых в виде, скажем, каменной наброски или волноотбойной стенки существенно сказывается на отражающих свойствах. В полной мере анализ резонансного отклика акватории на внешнее возмущение возможен в рамках математического моделирования. В настоящем исследовании используются две фазоразрешающие гидродинамические модели: модель, основанная на решении уравнений Буссинеска [3], и модель CGWAVE [1].

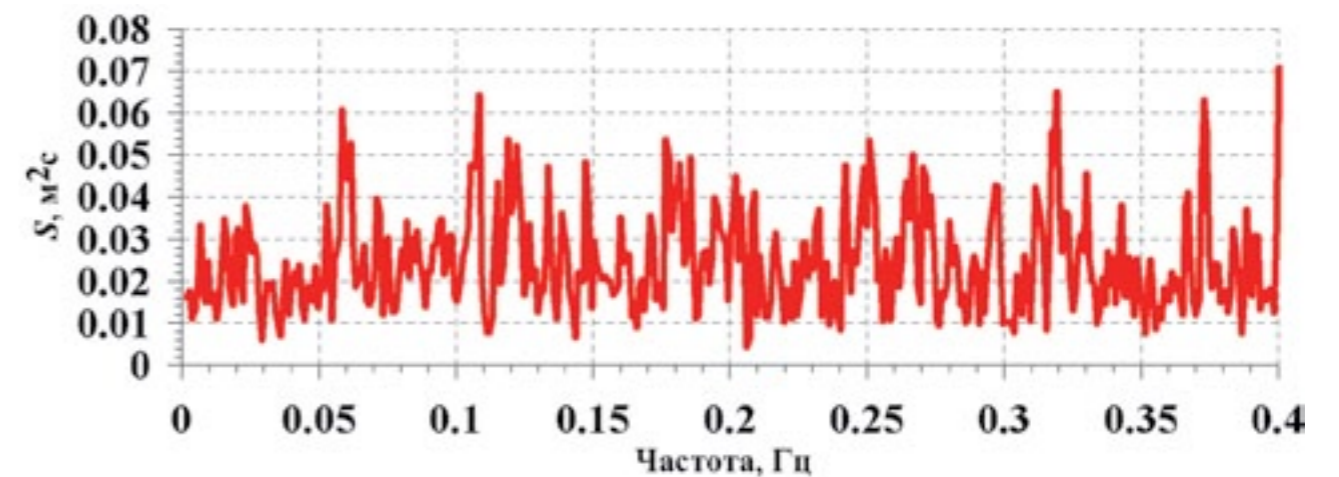
Модель Буссинеска описывает, собственно, поведение индивидуальных волн и может применяться при исследовании волнового поля в относительно мелководных водоемах, где сильны нелинейные эффекты. В данной модели учитываются: переменная глубина, рефракция-дифракция волн, обрушение волн, донное трение, частичное отражение, нелинейные волновые взаимодействия. Ранее корректность расчетов по классическим уравнениям Буссинеска ограничивалась требованием, при котором отношение максимальной глубины к длине волны на глубокой воде должно было быть меньше 0,22. В настоящей реализации MIKE 21 BW это соотношение может равняться 0,5–0,8 (при условии уменьшения пространственного масштаба сетки и временного шага), что позволяет расширять расчетную область в сторону больших глубин. В качестве входного волнового поля для модели MIKE 21 Boussinesq Waves может служить практически любое ее представление (регулярное, нерегулярное, с заданным частотным и угловым спектром), полученное разнообразными путями: синтетическим построением, непосредственным измерением с помощью волнографов, результатом расчетов по спектральной модели. Модель CGWAVE основана на уравнении «комбинированной рефракции-дифракции», впервые предложенном Эккартом [2] в 1952 г. В настоящее время



**Рис. 1. Исходная батиметрия [м], положение контрольных точек и виртуального волнопродуктора**

модель CGWAVE является общепризнанным методом оценки прибрежного волнового режима, которая может использоваться при решении широкого круга задач. Она применима для оценки волновых полей в портах, заливах, открытых прибрежных районах, бухтах, береговых проливах, вокруг островов и плавучих стационарных сооружений. Помимо эффектов волновой рефракции-дифракции, модель CGWAVE учитывает эффекты рассеяния волн в результате донного, бокового трения, разрушения волн, нелинейной амплитудной дисперсии и потерь волновой энергии при входе в гавань и заволноломные пространства. Численная реализация модели основана на методе конечных элементов. В настоящей реализации CGWAVE не учитывает явления наката на берегозащитные сооружения.

Никаких особых условий на параметры расчетной области не налагается. Линейные размеры интересующей области могут варьироваться от сотен метров до километров. В качестве некоторых ограничений могут рассматриваться необходимость гладкости батиметрии (отсутствие резких градиентов) и то обстоятельство, что на расстояние, равное характерной длине волны, необходимо 10–15 расчетных точек, другими словами, должен корректно отображаться профиль волны.



**Рис. 2. Исходный спектр сигнала в виде спектра белого шума**

В качестве примера рассмотрим некий предполагаемый объект гидротехнического строительства (порт-марину).

Первоначально на открытой границе (рис. 1) исходное волновое поле представляется в виде некоторого искусственного состояния со спектром «белого шума» с одинаковой энергетической плотностью на всех частотах.

Диапазон волновых периодов при этом составляет 2,5–500 секунд (рис. 2). Несмотря на то, что последовательность возвышений свободной поверхности, сгенерированная на базе белого шума, не отвечает реальному волнению, такой подход позволяет в достаточной степени надежно определить резонансные частоты гавани.

Далее в заданных точках внутри порта фиксируются контрольные точки, по результатам измерений в которых возвышений свободной поверхности рассчитываются коэффициенты волнового усиления (ослабления). Коэффициенты усиления определяются как отношения спектральных плотностей, вычисленных в заданных точках к спектральной плотности волнения, определенной на входе в гавань.

В представленной на рис. 1 конфигурации внешние волноломы представляют собой фасонные наброски, внутренние отражающие поверхности (причальные сооружения) — вертикальные стенки. В принципе, возможен учет любых типов или комбинаций гидротехнических сооружений, включая плавающие понтоны. Длина реализации волнового воздействия — 25 мин., дискретность — 0,1 секунды. В дальнейшем это позволяет проводить спектральный анализ во всем интересующем частотном диапазоне.

В каждой контрольной точке получены волнограммы возвышений свободной поверхности. Рассчитанные спектры возвышений свободной поверхности и коэффициенты усиления для всех точек представлены на рис. 3. Посредством модельного волнового воздействия на защищенную акваторию происходит фильтрация сигнала с естественным выделением резонансных частот. В нашем случае можно ожидать, что основное усиление длиннопериодных колебаний будет наблюдаться на периодах 10, 13–15, 27, 47 и 85 секунд. Период 85 секунд соответствует нулевой моде бассейна и совпадает с оценкой по формуле (1), которая составляет в нашем случае 88 секунд. Заметим, что в случае переменной глубины и сложной конфигурации акватории точно определить необходимые линейные параметры, входящие в формулу (1), попросту невозможно.



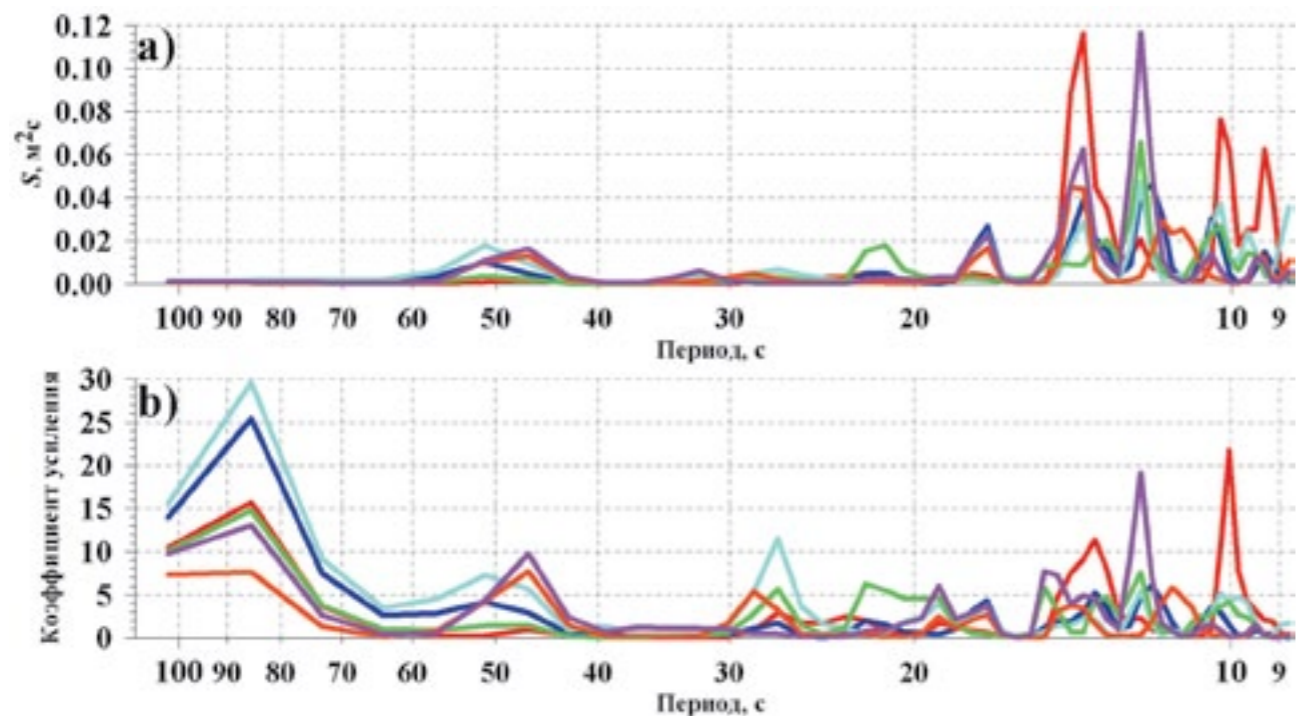


Рис. 3. Спектры возвышений свободной поверхности (а) и коэффициенты усиления (б) в заданных точках акватории

Необходимо отметить, что даже незначительные по амплитуде низкочастотные колебания могут сопровождаться существенными подвижками в горизонтальной плоскости. На рис. 4–5 приведен пример стационарного решения в случае воздействия монохроматических волн зыби периодом 13,5 секунд. Области максимальных горизонтальных скоростей приурочены к нодальным линиям (линиям нулевых возвышений свободной поверхности). Хорошо различаются зоны возможного риска швартовочных и стояночных операций.

**Выводы**

1. Современные методы математического моделирования позволяют успешно решать специальные задачи гидротехнического строительства. Возможно рассмотрение конструктивных особенностей гаваней любой сложности.
2. Воздействие на защищенную акваторию возмущением со спектром белого шума позволяет достаточно надежно выявить основные резонансные частоты гавани.
3. Корректность задания локальной батиметрии и типа (материала) гидротехнических конструкций является критичной при анализе качества акватории как искусственного резонатора.

**Литература**

1. Demirebilek Z. and Panchang V. CGWAVE: A coastal surface water wave model of the mild slope equation // Technical Report CHL-98-26. 1998.
2. Eckart C. The propagation of gravity waves from deep to shallow water. National Bureau of Standards. Circular. 1952. 20:165-173.
3. Madsen P.A., Sorensen O.R., Schaffer H.A., 1997. Surf zone dynamics simulated by a Boussinesq type model. Part I. Model description and cross-shore motion of regular waves. Coastal Engineering, 32, p. 255-287.
4. Rabinovich A. B. 2009. Seiches and Harbor Oscillations. Handbook of Coastal and Ocean Engineering (ed. by Y.C. Kim), World Scientific Publ., Singapore.

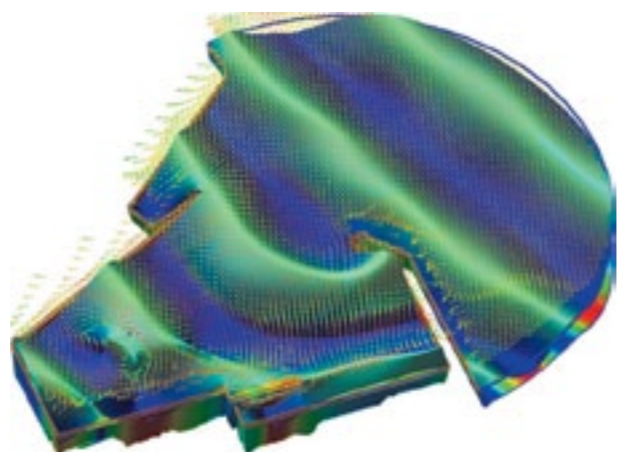


Рис. 4. Функциональные поверхности стационарных решений фазы и направления волновых движений. Зыбь 10 с

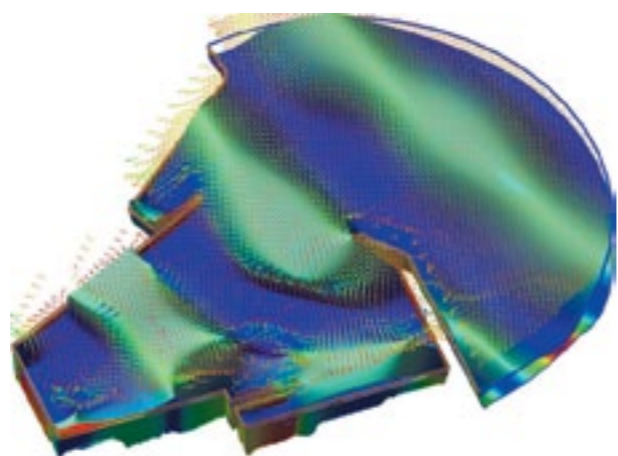


Рис. 5. Функциональные поверхности стационарных решений фазы и направления волновых движений. Зыбь 13,5 с

**БЕРЕГОЗАЩИТА: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТЫ**



Ерашов В. П., коммерческий представитель «Ван Оорд» (Нидерланды)

Shore line is an area of dynamic changes of natural and manmade character. To protect it from erosion and prevent floods in coastal high populated areas different technologies of shore protection are used. The innovative methods of coastal protection are implemented nowadays by Dutch engineers. Leading dredging and marine construction company Van Oord uses a method “building with nature”. In accordance with this method the project Sand Engine has been built in 2011 along coast of the Netherlands.

Береговая зона является областью динамических изменений природного и техногенного характера. Почти половина населения Европы проживает сегодня на расстоянии всего 50 км от моря, а к 2025 г. в прибрежной зоне будет проживать около 75% населения Европы.

Поэтому в Нидерландах предотвращение разрушения береговой черты под воздействием моря и наводнений — это задача государственной важности, которая предусматривает разработку и осуществление соответствующих национальных стратегий, государственных программ и проектов.

Проект Safecoast, например, предусматривает сбор и распространение знаний и информации об управлении рисками возникновения эрозии и затопления прибрежных территорий между организациями, отвечающими за управление прибрежными зонами в пяти странах Северного моря: Дании, Германии, Нидерландах, Бельгии и Великобритании.

В рамках данного проекта были разработаны сценарии изменения климата и выполнено территориальное планирование на период до 2050 г. Странами-участниками проекта Safecoast была произведена оценка рисков возникновения катастрофических наводнений в странах бассейна Северно-

го моря. В качестве ключевого условия для устойчивого социально-экономического развития была принята концепция «безопасного побережья».

Повышенное внимание уделяется берегозащитным мероприятиям на территориях, расположенных ниже уровня моря. Особенно важно обеспечить надежную защиту прибрежных земель от затопления вследствие ускоренного повышения уровня Мирового океана в текущем столетии. Эта задача требует нетривиальных инженерных решений, потому что возведение традиционных дамб и волноломов в требующихся больших масштабах является чрезвычайно дорогим мероприятием.

Голландские инженеры используют весь многовековой опыт борьбы жителей Нидерландов с разрушением берегов и постоянно разрабатывают более совершенные технологии берегозащиты.

До 50-х гг. прошлого века общая практика борьбы с разрушающим воздействием морской стихии на береговую линию заключалась в возведении берегозащитных сооружений, укрепляющих берега, для предотвращения пляжевой эрозии и штормовых разрушений.



Рис. 1. Защитная дамба Афслётдейк (Afsluitdijk) на севере Нидерландов

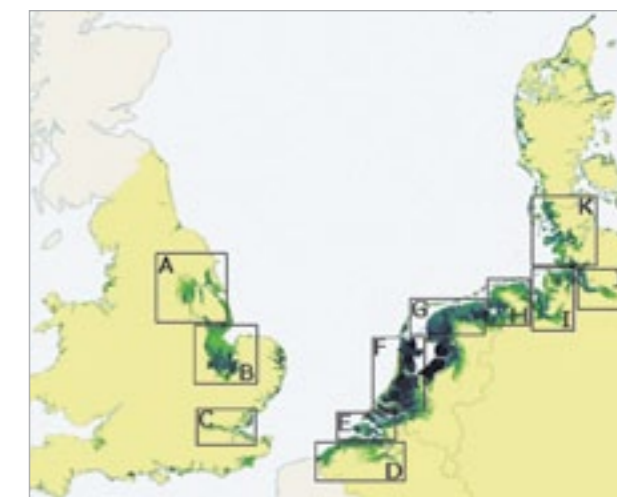


Рис. 2. Зоны риска наводнений в странах проекта Safecoast





Рис. 3. Эрозия дюн, вызванная штормом у Тексела (Нидерланды)



Рис. 4. Возведение дамбы (Нидерланды)



Рис. 7. Искусственная территория (проект «Песчаный двигатель»)



Рис. 8. Общий вид и эскиз проекта «Песчаный двигатель»



Рис. 9. Общий вид и эскиз проекта «Песчаный двигатель»

С развитием инженерных технологий для защиты береговой черты стали использовать более экономичные и экологически безопасные методы берегозащиты. Новый инженерный подход заключается в создании искусственных пляжей и дюн для рассеивания волновой энергии и защиты прибрежной инфраструктуры.

Одной из наиболее популярных инженерных технологий берегозащиты является подпитка существующих пляжей. Данная технология заключается в доставке песка из морского месторождения и укладке его на существующий песчаный пляж. При этом нужно, чтобы доставляемый песок обладал теми же характеристиками, что и песок пополняемого пляжа. Тогда добавляемый песок естественным образом интегрируется в происходящие на пополняемом пляже природные процессы, не оказывая на них неблагоприятного воздействия.

Эти современные технологии и инженерные решения реализуются на проектах ведущих мировых подрядчиков по дноуглублению и морскому строительству. Голландская компания «Ван Оорд» (Van Oord) применяет инновационный подход к решению задач по защите берегов от разрушения морской стихией и действует в соответствии со специально разработанной концепцией. Эта концепция называется «Строить вместе с природой». Строительство вместе с природой означает проектирование и строительство морской инфраструктуры таким образом, чтобы не только не мешать происходящим естественным природным процессам, но и использовать

природные силы на благо человека. Примером такого строительства является проект «Песчаный двигатель» (De Zand Motor Delta Duin).

По данному проекту, в прибрежной зоне был создан искусственный полуостров, который выполняет функции защиты побережья и одновременно является продолжением береговой зоны, на которой появится обилие различных видов растений и животных и которая может использоваться в рекреационных целях для населения.

Этот проект осуществлялся совместно государственным Агентством по строительству и управлению объектами гидротехнической и дорожной инфраструктуры Rijkswaterstaat Министерства инфраструктуры и окружающей среды Нидерландов и администрацией провинции Южная Голландия с 1 марта по 31 октября 2011 г. в районе между пляжами Schelpenpad и Watertoren недалеко от поселка Тер Хейде (Ter Heide). В данном районе морского побережья Нидерландов каждые 5 лет требуется восстанавливать береговую линию путем искусственного добавления песка на местные пляжи. Поэтому инновационный метод берегозащиты решили применить именно здесь. Для осуществления проекта было использовано 21,5 млн кубометров морского песка, а площадь созданной поверхности — намытого полуострова, изогнутого в форме крюка, с озером внутри — составила 100 гектаров, что равно площади 200 футбольных полей. Стоимость проекта составила 50 млн евро. Добываемый из морского ме-



Рис. 5. Подпитка пляжа песком из морского месторождения



Рис. 6. Намыв территории проекта «Песчаный двигатель» (Нидерланды)

сторождения песок доставлялся на место намыва с помощью самоотвозных трюмных землесосов или с помощью рефулирования по пульпопроводу.

С течением времени под воздействием ветра и морских волн и течений намытый песок из «тела» «Песчаного двигателя» должен равномерно распределиться вдоль побережья Южной Голландии, пополняя таким образом прибрежные пляжи.

В результате сама намытая территория «Песчаного двигателя» постепенно будет менять свои очертания и в итоге полностью трансформируется в новые прибрежные песчаные дюны и пляжи, площадь которых увеличится ориентировочно на 35 гектаров. Побережье станет намного шире и безопаснее. Ученые будут следить за ходом естественных процессов трансформации созданного намывного полуострова и

смогут лучше понять процессы формирования побережья под воздействием волн, течений и ветра.

Проект «Песчаный двигатель» является пионерным и единственным в мире. Результаты этого экспериментального проекта можно будет использовать вдоль всего побережья Нидерландов и во всем мире.

## Морская инфраструктура будущего

Компания «Ван Оорд» - это подрядная организация по дноуглубительным работам, а также работам на шельфе, имеющая мировую известность в области строительства современной морской инфраструктуры. Компания «Ван Оорд» имеет постоянные офисы в Москве и Санкт-Петербурге.

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

**Проекты**

Санкт-Петербург

Баренцево море

Ляма

Сезалин

**Офисы «Ван Оорд» в России:**

117036 Москва  
Ул. Кедрова, 15  
Т +7 499 1291290  
Ф +7 499 6265991

199178 Санкт-Петербург  
7-я линия ВО, 76 А  
оф. 613-615  
Т +7 812 3329275  
Ф +7 812 3329276

Van Oord | PO Box 8574 | 3009 AN Rotterdam | The Netherlands | Т +31 10 4478444 | E info@vanoord.com  
Van Oord Offshore Bv | PO Box 458 | 4200 AL Gorinchem | The Netherlands | Т +31 183 642200 | E area.off@vanoord.com | www.vanoord.com



# ИМЕРЕТИНСКАЯ НИЗМЕННОСТЬ. ПРОБЛЕМЫ БЕРЕГОЗАЩИТЫ

**Тлявлин Р. М.,**  
канд. техн. наук, зам. директора по научной работе, филиал  
ОАО ЦНИИС «НИЦ «Морские берега», Сочи

**Тлявлиня Г. В.,**  
канд. техн. наук, зав. лабораторией защиты берегов, филиал  
ОАО ЦНИИС «НИЦ «Морские берега», Сочи

**Ярославцев Н. А.,**  
канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории  
защиты берегов, филиал ОАО ЦНИИС «НИЦ «Морские берега»,  
Сочи

**Петров В. А.,**  
канд. геогр. наук, старший научный сотрудник лаборатории  
защиты берегов, филиал ОАО ЦНИИС «НИЦ «Морские берега»,  
Сочи

*The subject of research of this paper are the coastal protection structures in Imeretinskaya lowland. The aim of this paper is to study by physical modelling of interaction of waves of storms repeatability of 1 every 50 years with coastal protection structures according to their structural features, the planned location and the influence of submarine canyons.*

Берегозащитные сооружения и пляж Имеретинской низменности протяжением 5,5 км, расположенные в Адлерском районе г. Сочи в междуречье Мзымта — Псоу юго-восточнее строящегося порта, включены в пункт 69 Программы строительства олимпийских спортивных объектов и развития города Сочи как горноклиматического курорта, утвержденной Правительством Российской Федерации.

Наиболее сложным, с точки зрения протекающих литодинамических процессов и выбора стратегии берегозащиты, является участок от устья р. Мзымты до мыса Константиновский протяженностью 3,0 км. Размывы пляжа и берега, обусловленные снижением твердого стока реки Мзымты в результате выборки гальки из русла реки, здесь продолжаются более 40 лет. Наличие на рассматриваемом участке трех каньонов — Предустьевого, Нового и Константиновского — предопределяет неизбежность ухода в них части пляжеобразующего материала, однако размеры потерь неизвестны, а их оценки сильно расходятся. Дополнительную сложность выбора способа берегозащиты придает то обстоятельство, что каньон Новый активно врывается в берег. Береговая линия за 35 лет отступила здесь на 50 м, а 20-метровая изобата — на 15 м [1]. Эрозия дна каньона достоверно определена до глубины 40 м.

Дефицит материала во вдольбереговом потоке наносов в естественных условиях обуславливал интенсивный размыв пляжа от каньона Новый до мыса Константиновский и аккумуляцию этого материала в Имеретинской бухте. Имеющиеся топо-батиметрические материалы свидетельствуют, что, в целом, на участке Мзымта — Псоу пляж за 1975–2010 гг. прирастал, поскольку объемы аккумуляции

пляжевого материала восточнее мыса Константиновский превысили объемы размыва пляжа на участке западнее мыса. Это свидетельствует о том, что материал размыва пляжа в основном уходил вдоль берега, а не «терялся» в каньонах.

Неоднократные попытки защиты берега на участке Мзымта — мыс Константиновский с применением пляжеудерживающих сооружений и возведением защитных дамб успеха не имели. Возведение оградительных молв нового порта перекрыло вдольбереговой поток пляжеобразующего материала и тем самым активизировало интенсивность «низовых» размывов пляжа и еще более усложнило проблему защиты берега и создания стабильного рекреационного пляжа. Из опыта защиты берега на этом участке известно, что в районе каньона Новый во время штормов редкой повторяемости волны перекачивались через дамбу с отметками гребня 5,3 м абс.

В настоящее время самым сложным для проведения берегозащитных мероприятий является участок берега от восточного мола до мыса Константиновский протяженностью 1,6 км. Наличие каньонов обуславливает формирование сложной картины волнового поля в прибрежной полосе и существенное изменение вдоль берега параметров волн, накатывающихся на берег. Неоднородность прибрежного дна обуславливает концентрацию волновой энергии на локальных участках берега, что было показано теоретическими расчетами [2] и подтвердилось экспериментально на физической модели [3].

Строительство олимпийских объектов в Имеретинской низменности в непосредственной близости от моря предо-

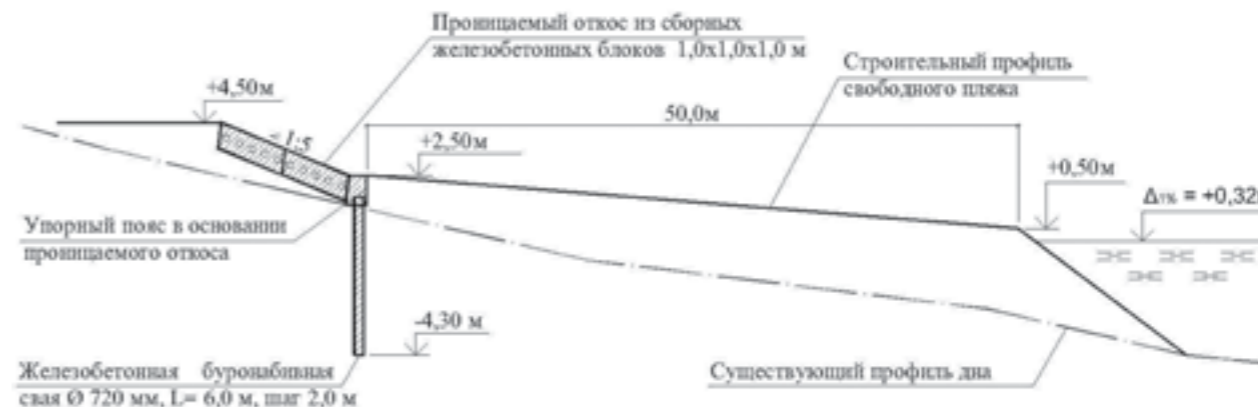


Рис. 1. Поперечный профиль проектируемых сооружений

пределило необходимость защиты берега от размыва. Проект берегозащиты предусматривает галечный пляж шириной 50 м и проницаемое откосное сооружение, состоящее из бетонного ростверка сечением 1,62 x 1,1 м на сваях с отметкой верха +2,5 м абс. и откоса дамбы, укрепленного бетонными кубами размером 1,0 x 1,0 x 1,0 м. Бетонные блоки имеют отверстия в трех плоскостях диаметром 30 см. Блоки соединены между собой по углам металлическими кольцами на сварке. В результате верхняя часть сооружения получается в виде бетонного перфорированного откоса с отметкой верха +4,5 м абс. Поперечный профиль проектируемых сооружений показан на рис. 1.

Для определения волногасящей способности проектируемых сооружений и пляжа для берегоукрепления Имеретинской низменности в волновом бассейне НИЦ «Морские берега» были проведены экспериментальные исследования, основной задачей которых являлась оценка взаимодействия расчетного волнения с проектируемыми берегоукрепительными сооружениями с учетом их конструктивных особенностей, планового расположения и влияния подводных каньонов.

Особенности рельефа подводного склона исследуемого участка берега и наличие подводных каньонов обуславливают сложные процессы рефракции, трансформации штормовых волн при их подходе к берегу и существенное изменение их высоты вдоль фронта берегозащитных сооружений. Воспроизведение рельефа дна на модели до глубины 70 м позволило задавать параметры волн на глубокой воде, а картину волнового поля в прибойной зоне получать автоматически, близкой к реальной в натуре. При этом предоставлялась возможность оценивать взаимодействие

волн с проектируемыми берегозащитными сооружениями по результатам воздействия волн 1% обеспеченности в системе шторма, а литодинамические процессы, включая вдольбереговое перемещение пляжевого материала, по параметрам волн 13% обеспеченности.

Исследования на физической модели в волновом бассейне выполнялись в масштабе 1:80 для условий штормов повторяемостью 1 раз в 50 лет трех направлений: западно-западного (ЗЮЗ), юго-западного (ЮЗ) и южного (Ю).

Параметры волн расчетных штормов на глубине 70 м (на подходе к модели), представлены в табл. 1.

Всего было проведено две серии опытов. Для подтверждения подобия волновых и литодинамических процессов на модели натурным была выполнена первая серия опытов, в которой оценивалось воздействие волн расчетных штормов на берег в «естественном» состоянии, т. е. берег на начало 2007 г. с галечным пляжем и дамбой из мелкого камня с отметками в натуре от ПК 16 до ПК 25 +4,3 м абс., а от ПК 25 до ПК 32 +5,0 м абс. и шириной по верху 4,8 м.

Во второй серии были выполнены исследования взаимодействия волн расчетных штормов с проектируемыми берегозащитными сооружениями (рис. 1).

Уровень наполнения бассейна водой во всех опытах соответствовал расчетному уровню моря 1% обеспеченности равному +0,32 м БС.

Проведенные эксперименты первой серии подтвердили необходимость защиты берега в условиях прекращения поступления наносов реки Мзымты. Существующая каменнонабросная дамба, расположенная в верхней части пляжа, не обеспечивала полного гашения наката волн. Переливы на модели отмечались в тех же местах, что и наблюдались в

Направление	$h_{13\%}, \text{ м}$	$h_{1\%}, \text{ м}$	$T_{13\%}, \text{ с}$	$T_{1\%}, \text{ с}$
ЗЮЗ	7,63	11,04	13,2	16,1
ЮЗ	7,02	10,61	8,0	8,65
Ю	5,15	7,68	11,0	13,1

Табл. 1. Параметры расчетных волн на глубине 70 м, принятые для моделирования





Рис. 2. Перелив волн через дамбу у каньона Новый

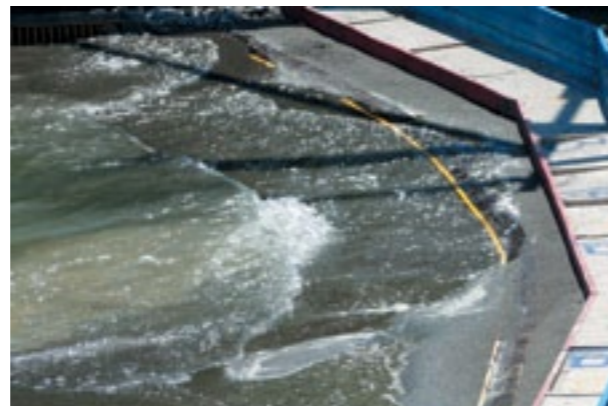


Рис. 3. Накат волн на проектируемые сооружения с перемещением пляжевого материала вблизи каньона Новый

натуре во время штормов редкой повторяемости (в районе каньонов Новый и Константиновский), что качественно подтвердило подобие волновых и литодинамических процессов на модели натурным. Переливы через существующую дамбу на модели во время эксперимента показаны на рис. 2.

Вторая серия экспериментов показала, что проектируемые берегозащитные сооружения с пляжем шириной 50 м не обеспечивают полного гашения волн обеспеченностью 13% в зоне каньонов при штормах южного и запад-юго-западного направлений (рис. 3). Прибойный поток при разрушении этих волн пересекает галечный пляж, накатывается на откосное крепление и переливается через его верх. При южных и запад-юго-западных штормах преобладает косой подход волн, интенсивный вдольбереговой перенос пляжевого материала и сокращение пляжевой полосы вблизи каньонов. Размыв пляжа перед ростверком приводит к выносу грунта из-под откосного крепления и его деформации (рис. 4). Одновременно возрастает перелив волн через верх сооружения. При штормах юго-западного направления для большей части рассматриваемого фрагмента берега характерен фронтальный подход волн, и вдольбереговой перенос материала слабо выражен. Волны обеспеченностью 13% гасятся в основном на пляже, даже в зоне каньонов накат на откосное крепление не превышает половины его высоты.

Волны обеспеченностью 1% при всех рассмотренных направлениях в зоне каньонов переливаются через верх со-

оружения. Интенсивный размыв пляжа при южных и запад-юго-западных штормах приводит к подмыву основания откосного крепления и его разрушению.

При строительстве проектируемых сооружений в Имеретинской низменности некоторые результаты экспериментальных исследований на модели в волновом бассейне уже нашли подтверждение (зима 2010–2011 гг.). Так, во время штормов частой повторяемости отмечено, что пляжевый материал, ранее прикрывавший бетонный ростверк, уходит в потоке наносов вдоль берега. Ростверк оголяется, уменьшается ширина пляжа, и соответственно увеличиваются переливы через откосное сооружение (рис. 5–6).

В связи с интенсивным техногенным вмешательством в береговой зоне Имеретинской низменности между речья Мзымта — Псоу, связанным со строительством олимпийских объектов и нарушением естественных природных процессов, необходимо вести мониторинг, который позволит оценить состояние подводного склона в районе каньонов и их влияние на динамику волногасящего пляжа на всем протяжении участка между речья, что позволит повысить безопасность эксплуатации берегозащитных сооружений и сократить эксплуатационные затраты.

Практически на всем протяжении рассматриваемого участка был отсыпан пляж шириной около 50 м (рис. 7). В настоящее время ширина пляжа у каньона Константиновский не превышает 30 м, а у каньона Новый составляет всего 10–15 м (рис. 8). Отсыпанный на берег пляжевый мате-



Рис. 4. Оголение свай и осадка блоков пронизаемого откоса у каньона Константиновский



Рис. 5. «Жесткое» взаимодействие волн с сооружением и переливы через него



Рис. 6. Вид ростверка на сваях после шторма в районе оградительного мола порта



Рис. 7. Вид берегоукрепительных сооружений и пляжа между каньонами Новый и Константиновский. Сентябрь 2012 г.



Рис. 8. Вид берегоукрепительных сооружений и пляжа в зоне влияния каньона Новый. Сентябрь 2012 г.

риал с западного конца рассматриваемого участка (район каньона Новый) в основном ушел вдоль берега во вдольбереговом потоке наносов. Пляж шириной 50 м у каньонов Новый и Константиновский при принятой компоновке сооружений не может быть создан, поскольку подошва такого пляжа выходит за бровку свала глубин этих каньонов. Перфорация бетонных блоков откосного крепления не дает ожидаемого эффекта волногашения, поскольку отверстия в блоках при первом же шторме забиваются галькой и волны по гладкому бетонному откосу вкатываются выше, чем на естественном пляже.

Как показали экспериментальные исследования и натурные наблюдения, на наиболее сложных участках необходимо пересмотреть проектные решения. Конструкция берегозащитных сооружений должна быть изменена, для чего необходимо провести полноценные теоретические и экспериментальные исследования.

**Литература**

1. Ярославцев Н. А., Петров В. А., Кириленко А. П. Динамика береговой зоны Имеретинской низменности // *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. 2011. Volume 7, Issue 2. 126–131 p.

2. Шахин В. М., Шахина Т. В. Волновое воздействие на оградительные сооружения в зоне влияния подводных каньонов // *Гидротехника*. 2010. № 4. С. 6–9.

3. Тлявлин Р. М., Тлявлиня Г. В., Дроботько С. Ю. Физическое моделирование взаимодействия волнения с проектируемыми берегоукрепительными сооружениями Имеретинской низменности // *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. 2011. Volume 7, Issue 2. 112–116 p.



Филиал ОАО ЦНИИС «НИЦ «Морские берега»  
354002 Краснодарский край, г. Сочи, ул. Яна Фабрициуса, 1  
Тел./факс (8622) 67-16-10  
mor-berega@tsniis.com  
www.tsniis.com



## МАЛЫЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ: ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ



**Смирнов В. М.,**  
зам. главного инженера  
ОАО «Гипрорыбфлот», почетный  
работник рыбного хозяйства России

*V. M. Smirnov's article is devoted to problems of small hydraulic constructions safety service of the fisheries sector. As the author notes the most moorings for fishery vessels are not inspected, no object certification, the majority of them is in need of repair. Fish farms are suffered from the great harm of constructions wrecking, poor keeping of waters, disposal of industrial waste water into bodies of water. The creator suggests some management decisions for supporting of safety level of fishery constructions.*

Особое внимание следует обратить на обеспечение безопасной эксплуатации сооружений малой гидротехники, к которой относятся в том числе ГТС на рыбноводных предприятиях рыбной отрасли (дамбы, водозаборы, водовыпуски, запруды и т. п.) и ГТС бывших мелких портпунктов, где базировались, да и сейчас базируются рыбные суда водоизмещением менее 50 и до 150 т. К последним относятся причальные сооружения и берегоукрепления бывших колхозов (в настоящее время это частные предприятия), межколхозных баз и др.

В рыбной отрасли когда-то существовал ежегодно обновляемый реестр ГТС, включавший в себя краткую характеристику гидротехнических сооружений всех рыбных портов и более 60 портпунктов. Этот материал позволял всем заинтересованным организациям быть в курсе параметров, возможностей и состояния всех ГТС (реестр велся институтом «Гипрорыбпром», ныне — «Гипрорыбфлот»).

В настоящее время обследованием и паспортизацией охватываются в основном гидротехнические сооружения портов, в тени остались причальные сооружения для судов, ведущих прибрежный лов рыбы или лов во внутренних водоемах. Это причалы, где сдаются рыбопродукция, причалы, где базируются суда в непогоду в районах лова рыбы, — их можно было бы использовать более полно и безопасно, проведя необходимый ремонт. Мы встречаемся сегодня с положением, когда некоторые причалы с малыми глубинами никогда не обследовались, не имеют паспортов, и порой даже неизвестно, кому они принадлежат.

Вопрос паспортизации таких причалов в нашей отрасли следует начать с составления реестра, и затем осуществить сплошную паспортизацию причалов и других ГТС. Вопрос безопасной эксплуатации причалов с глубиной у кордона 1–3 м не менее важен, чем причалов, принимающих суда со значительным водоизмещением. Ряд несчастных случаев зафиксирован на причалах бывших портпунктов (в большинстве своем созданных самостроем), которые не имеют необходимой документации и не отвечают элементарным требованиям безопасной эксплуатации.

Работа рыбноводных заводов страны во многом зависит от уровня надежности водных объектов, которые непосредственно подчас к ним не относятся, хотя и используются как источники получения воды для заводов. Это относится к надежности ГТС та-

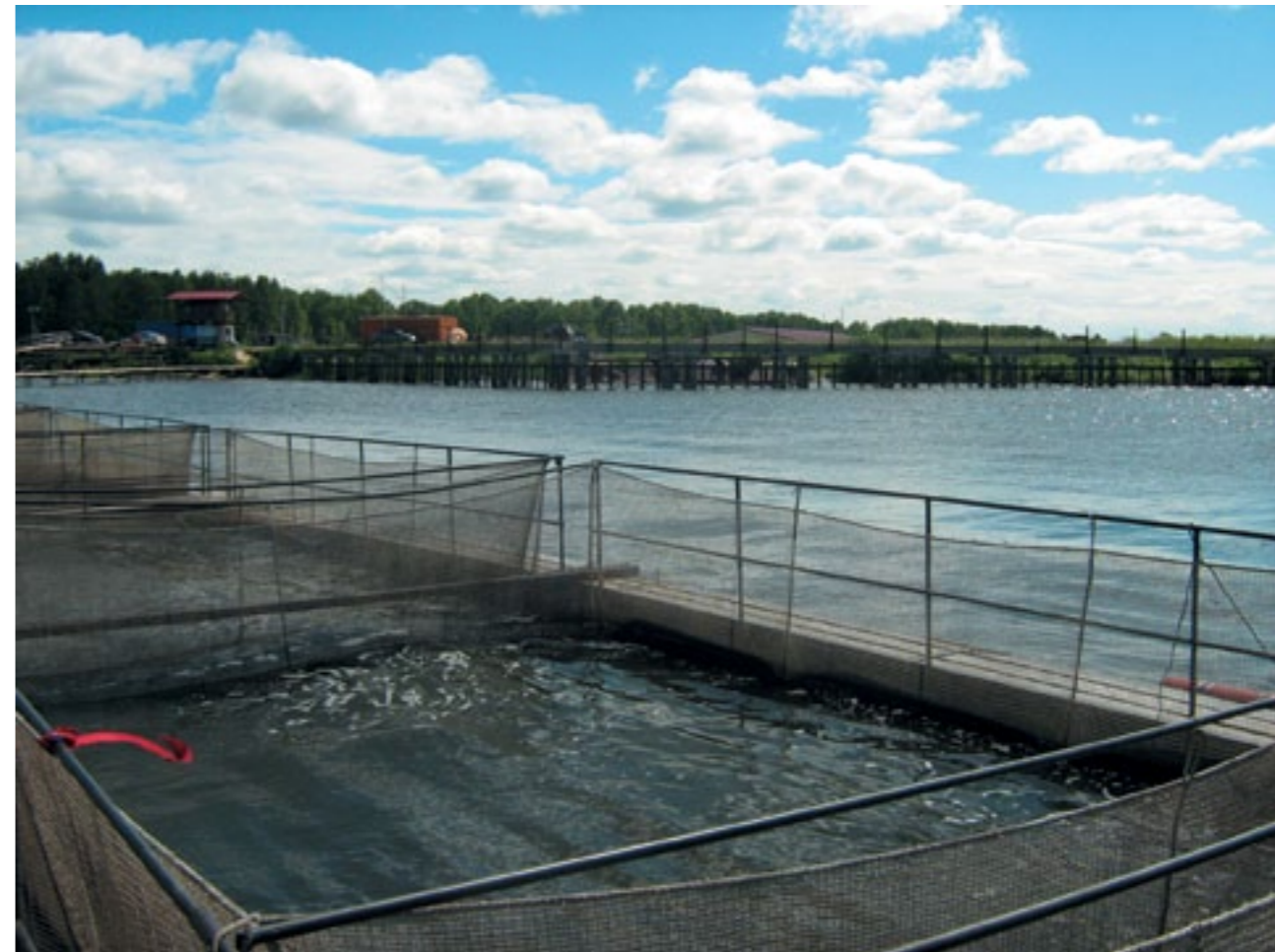
ких объектов, как водохранилища, реки, искусственные водоемы и т. п. Разрушение конструкций последних оборачивается катастрофой для рыбноводных заводов. Переполнение прудов, рыбоуловителей и разрушение собственных ГТС, как следствие, — значительное загрязнение воды, приводящее к потерям рыбы. То же касается и водовыпусков, откуда загрязненные стоки от производства выращивания рыбы спускаются после очистки в реки или водоемы.

Страдают собственные ГТС заводов отрасли и от внезапных изменений уровня воды, увеличения объемов стоков и скоростей потока воды. Все это сказывается на производительности предприятий, выращивающих рыбу, — они несут значительные финансовые убытки. Особо важно обратить внимание на огромную зависимость рыбноводства от качества воды источников ее получения. Следует отметить постоянное ухудшение, из года в год, состава воды и порой неприемлемость ее для рыбноводства. То ГРЭС выбрасывает использованную химию очистки трубопроводов, то АЭС выбрасывает вместо теплой воды горячую, а о нефтяных пятнах в реках и озерах и говорить не приходится. Это осложняет работу рыбноводных предприятий и сказывается на качестве рыбы, которую мы потребляем.

Изложенное выше относится к рыбноводным заводам, абсолютное большинство которых с прямоточными системами водоснабжения, т. е. исходная вода берется непосредственно из рек, водохранилищ (с ее подогревом в зимнее время) или с использованием теплой воды электростанций.

Создавшееся положение во многом объясняет получающее все большее внедрение индустриальное выращивание рыбы, когда используется артезианская вода или прошедшая предварительную очистку вода из водоемов или рек. Вода постоянно циркулирует в процессе выращивания рыбы и проходит через биоочистные сооружения. В этом случае требуется небольшая добавка воды в процессе выращивания, которая компенсирует потери ее на испарение, проливы и т. п. внутри здания. Достигается экономия природной воды, по сравнению с прямоточной системой ее использования, в сотни раз за сутки.

Особое внимание должно уделяться, а в реальности происходит лишь изредка, эксплуатации собственных причалов, внутренних перемишек прудовых сооружений, дамб и состоянию



берегоукреплений, а также обслуживанию судов, используемых при садковом выращивании рыбы (доставка корма, облов рыбы, обслуживание садков), на акваториях озер, морских заливов, водохранилищ.

Считаем, что паспорта должны иметь не только ГТС морского транспорта, но и ГТС рыбноводных заводов, рыбокомбинатов, мест базирования флота. Эти сооружения также подлежат периодическому обследованию, а может быть, и декларированию соответствия их использования. Каждый хозяин рыбного предприятия, эксплуатирующий ГТС (причалы, водозаборные сооружения, дамбы и водовыпуски), должен обеспечивать без-

опасную эксплуатацию сооружений, находящихся в составе его предприятия. Тем более что многие рыбноводные предприятия, а также бывшие портпункты, эксплуатирующие ГТС, построены 40–60 лет назад. Среди них много деревянных и композитных конструкций аварийного состояния, которые вызывают, как показывают обследования специалистов, опасение за жизнь работающих здесь людей.

Министерству сельского хозяйства РФ, в которое вошло Агентство по рыболовству, на наш взгляд, необходимо уделять должное внимание безопасной эксплуатации ГТС, рыбноводных хозяйств и мест базирования судов прибрежного лова.







DAMEN TRAILING SUCTION HOPPER DREDGER 750



DAMEN CUTTER SUCTION DREDGER 650



DAMEN BOOSTER STATION



DAMEN CUTTER SUCTION DREDGER 500



DAMEN STAN TENDER (ДЛЯ ГИДРОГРАФИИ)



DAMEN STAN TUG WITH DAMEN HOPPER BARGE



DAMEN MULTICAT (ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ СУДНО)

Земснаряды Damen обеспечивают высокую производительность и надежность при эксплуатации. Разборные фрезерные земснаряды легко могут быть адаптированы к требованиям заказчика благодаря большому числу доступных опций.

- Простая разборка и сборка на суше или на плаву
- Все элементы могут быть перевезены по авто – или железной дороге, или морем.
- Износостойкий грунтовый насос Damen
- Все операции могут выполняться одновременно
- Кабина управления с отличным обзором
- Зубцы фрезы легко заменяемы
- Папильонаж осуществляется двумя гидравлическими лебедками
- Сваи управляются из кабины управления

# DAMEN DREDGING EQUIPMENT

## Полная линейка земснарядов и дноуглубительного оборудования



DAMEN DOP DREDGER



- ФРЕЗЕРНЫЕ ЗЕМСНАРЯДЫ
- ЗЕМСНАРЯДЫ НА БАЗЕ ПОГРУЖНЫХ НАСОСОВ DOP
- САМООТВОЗНЫЕ ЗЕМЛЕСОСЫ
- ЗЕМСНАРЯДЫ ДЛЯ РАБОТЫ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ
- БУСТЕРНЫЕ СТАНЦИИ
- ЗАПЧАСТИ И КОМПЛЕКТУЮЩИЕ
- СЛУЖБА ПОДДЕРЖКИ DAMEN
- ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СУДА ДЛЯ ЗЕМСНАРЯДОВ

# DAMEN

DAMEN SHIPYARDS GROUP

DAMEN в Нидерландах  
Отдел продаж по России и СНГ

Телефон +31 (183)639746

easturope@damen.nl

www.damen.nl/markets/dredging

Представитель DAMEN в России  
ООО «Петронаутик», Санкт-Петербург

Телефон +7(812)3802171

info@petronautic.ru

www.petronautic.ru



# DAMEN



# ПОГРУЖНЫЕ НАСОСЫ DAMEN DOP — УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ГРУНТОВЫХ РАБОТ

Куклева Ю. Б.,  
начальник отдела продаж  
ООО «Торговый дом РА машинери»

*Dredging jobs are widely used all over the world nowadays. The compactly-built and wear resistant Damen DOP submersible dredge pumps with a variety of suction heads and cutters can be used in almost any of them.*

В мире дноуглубительного оборудования погружные насосы DOP получили популярность в последние несколько десятилетий. Компактные и износостойкие насосы DOP с широким ассортиментом всасывающих насадок могут использоваться практически на любых дноуглубительных работах.

В основе конструкции погружных насосов DOP лежат высокоизносостойкие, при необходимости легкозаменяемые детали, изготовленные из хром-никелевого сплава. Эти сменные части включают корпус насоса, крыльчатку и изнашиваемые пластины, которые защищают крышки, подшипники и привод насоса. Крыльчатка монтируется напрямую к валу насоса при помощи стопорного комплекта натяжения. Специальное механическое уплотнение на валу защищает корпус с подшипниками от попадания воды и песка. Механическое уплотнение вала представляет собой цельный картридж, изготовленный из нержавеющей дуплексной стали с уплотнительными поверхностями из карбида кремния, что обеспечивает такое важное преимущество, как отсутствие потребности в дополнительной смазке и предотвращение поступления воды. С противоположной стороны компактного блока подшипников монтируется гидромотор, являющийся приводом грунтового насоса.

Весь износостойкий погружной насос, его блок подшипников и гидравлический привод заключены в защитный стальной корпус, который обладает высокой прочностью и имеет проушины в верхней части для монтажа насоса на

стрелу крана с использованием цепи. Другой способ монтажа — жесткое соединение при помощи монтажного приспособления. Вес насоса и поток гидравлического масла для его привода специально рассчитаны для возможности использования насосов DOP также и с гидравлическими экскаваторами. В табл. 1 приведен полный модельный ряд насосов DOP и их характеристики.

В нижней части насоса DOP имеется монтажный фланец, на который можно подсоединить различные всасывающие насадки. Очевидным является многообразие возможного применения одного насоса DOP для различных гидротехнических работ благодаря этим насадкам.

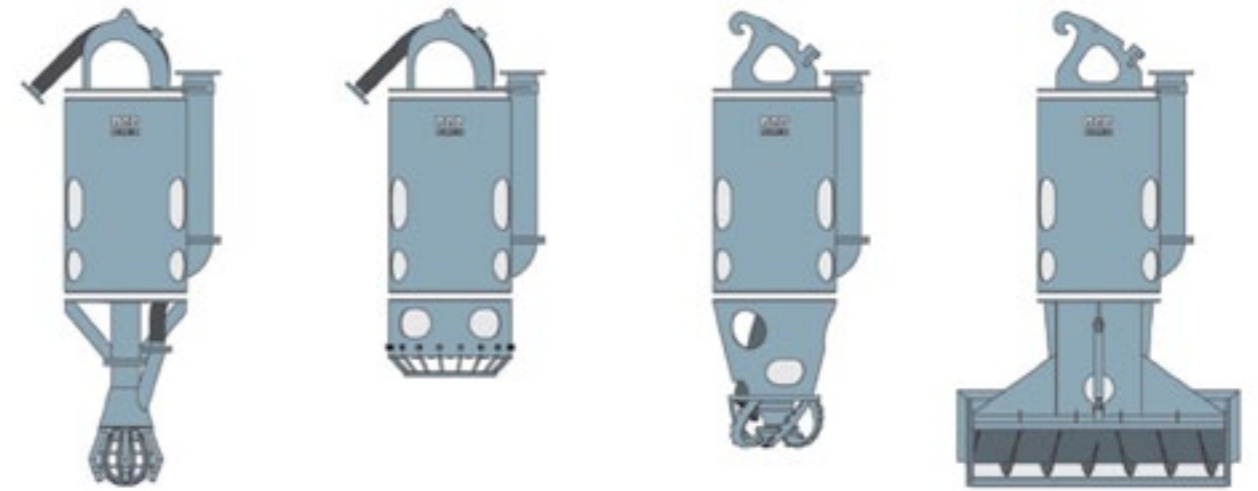
Выбор насадки зависит от вида работ.

**Первая насадка** — идеально подходит для добычи песка, грунтовой материал разрыхляется при помощи напора воды, подаваемой через специальные отверстия, окружающие всасывающую головку. Поток воды под высоким давлением создает оптимальную песчано-водяную смесь, всасываемую насосом в высокой концентрации благодаря тому, что насосы DOP могут погружаться на необходимую глубину ниже уровня моря.

**Вторая насадка** — это компактная плоская насадка. Благодаря компактному дизайну насосов DOP их можно использовать в ограниченном пространстве. Например, при расчистке котлованов под фундаменты для строительства зданий и подземных парковок, а также в туннельном строительстве. Плоская насадка очень эффективно используется для раз-

Модель	Производительность, м <sup>3</sup> /час	Мощность, кВт	Диаметр всасывающей трубы, мм	Вес насоса, кг
DOP 150	500	65	150	900
DOP 200	900	115	200	1 360
DOP 250	1 250	180	250	2 470
DOP 350	2 000	250	350	4 300

Табл. 1



Насадка № 1

Насадка № 2

Насадка № 3

Насадка № 4

грузки барж — к примеру, разгрузки грунта из бункерной баржи. В таком процессе для оптимальной работы необходима подача большого объема воды.

Третья насадка — режущая, износостойкая и заменяемая фреза. Ее приводом служит гидромотор, спрятанный в защитном кожухе. Она используется на объектах, где необходимо снять слой плотного слежавшегося песка. Такой грунт слишком твердый для того, чтобы напор воды создал оптимальную консистенцию смеси для всасывания. Плотные слои песка постепенно срезаются фрезой для наиболее эффек-

тивной работы. При работе с режущей насадкой насос должен быть подсоединен к стреле крана жестким креплением.

Последняя из представленных — шнековая насадка. Шнек с гидравлическим приводом транспортирует грунтовой материал с обоих краев к центру, где он всасывается насосом. Шнековая насадка имеет закрытый стальной корпус. Насадка спроектирована так, чтобы держать образовавшуюся смесь под кожухом; каждая деталь разработана с целью всасывания с максимальной точностью, чтобы убирать загрязненный осадок и избежать излишнего замутнения.

Производительность, м<sup>3</sup>/час

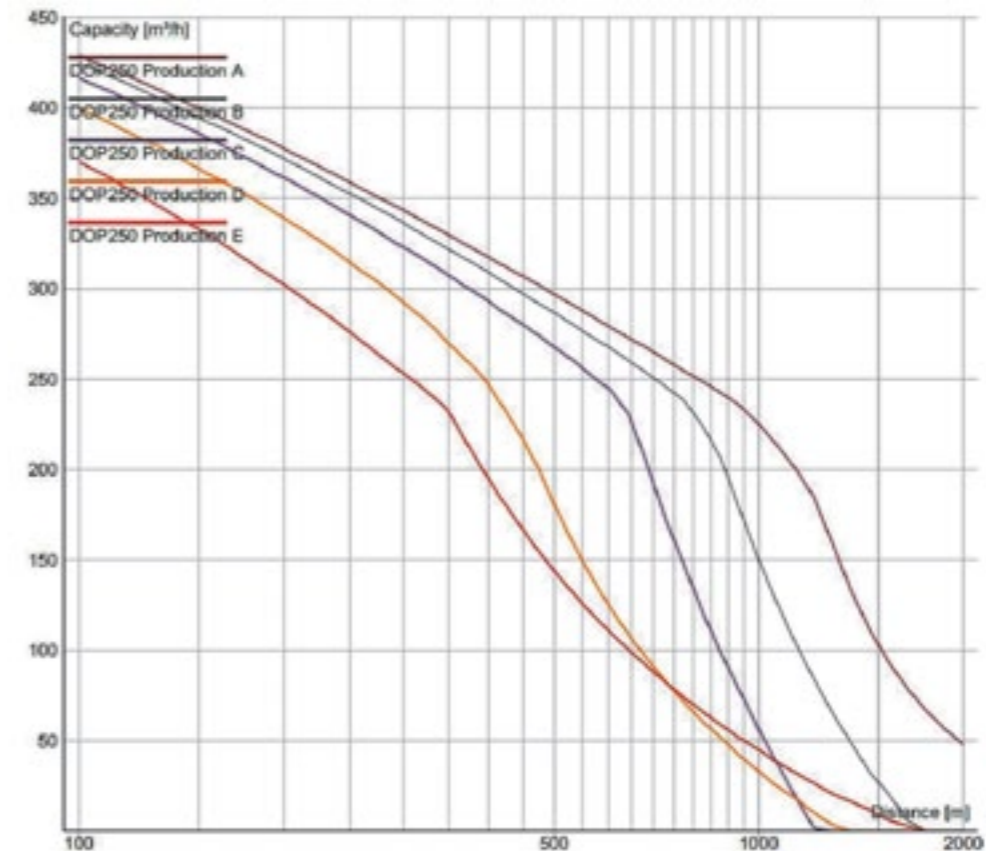


Рис. 1.

Расстояние транспортировки, м



В последние годы все чаще стали появляться проекты по очистке окружающей среды, в том числе водоемов, и грунтовые насосы DOP со шнековой насадкой стали весьма востребованы.

Применение насосов DOP не ограничивается вышеперечисленными примерами. Для решения специфических задач разрабатываются специальные насадки. Для работы с глиной — как известно, сложным для работы материалом — разработана дисковая донная фреза. Эта новая фреза монтируется на стандартный насос DOP обычным методом к нижнему фланцу. Другое применение насоса DOP — в качестве бустерной станции, его монтируют на трап или А-образную стрелу земснаряда. Применение насосов DOP разнообразно и постоянно продолжает расти благодаря развитию и внедрению новых технологий компании Damen Dredging Equipment.

Насосы DOP производятся в Голландии компанией Damen Dredging Equipment, дочерней компанией Damen Shipyards Group, имеющей колоссальный опыт в производстве земснарядов и дноуглубительного оборудования уже на протяжении более 70 лет. Главной особенностью в дизайне насосов DOP является большое проходное сечение в крыльчатке, размеры которого доходят до 200 мм, а также высокое давление насоса, что позволяет транспортировать грунтовый материал более чем на 1000 м, используя только один насос DOP. Так как насос работает погруженным, он создает достаточно высокую концентрацию смеси, увеличивая тем самым эффективность. Насосы DOP могут работать на больших глубинах до 500 м ниже уровня моря.

Характеристики насосов DOP вносятся в расчетную программу, разработанную департаментом исследований и развития Damen, которая позволяет предварительно рассчитать производительность насоса в конкретных условиях работы. Для расчета в программу, согласно проекту, вводятся данные о грунте, всасывающей и сливной линиях. В итоге заказчик получает расчет, составленный по его техническому заданию. Два графика показывают результаты проведенного исследования.

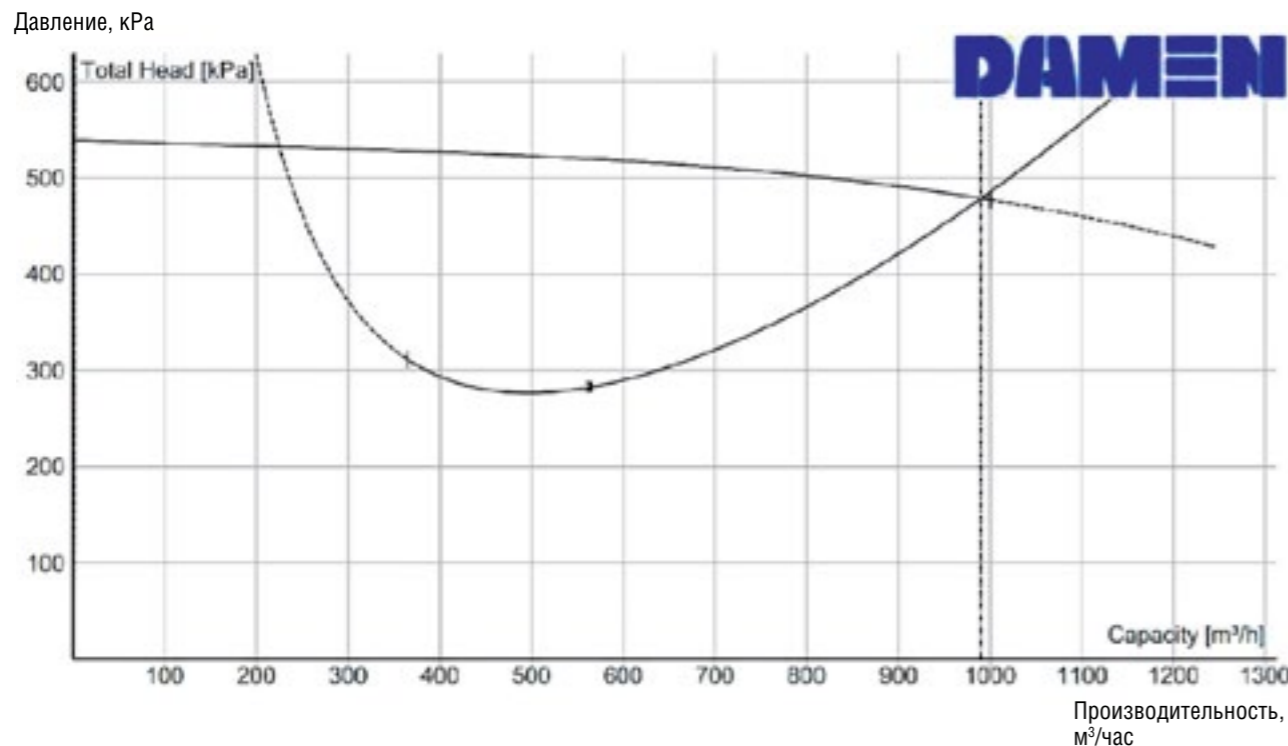


Рис. 2.

Кривая производительности (схема 2) показывает состояние транспортировки пульпы в метрах (ось X) в сравнении с объемом пульпы в м³/час (ось Y) на примере модели насоса DOP250.

Каждая линия от А до Е показывает результаты по разным фракциям всасываемого материала. Материал А — мелкий песок 110 тп, материал С — крупный песок 370 тп и вплоть до материала Е — гравий D50 до 2370 тп. Заказчик может использовать эти данные при планировании проекта, в частности, определить, требуется ли бустерная станция.

График 3 показывает типичную работу насоса DOP250, в данном случае на глубине 10 м. К насосу подсоединен пульпопровод Ø250 мм, длиной 500 м с конечной точкой выхода 2 м над уровнем моря. Насос качает мелкий песок с содержанием в пульпе 25%, производительность 990 м³/час по пульпе и 248 м³/час по твердому.

На территории Российской Федерации одним из ярких примеров использования грунтового насоса DOP может служить проект компании ООО «Подводтрубопроводстрой» по строительству подводного перехода, осуществленный весной 2011 г. в районе реки Усы, Республика Коми. На данном объекте успешно эксплуатировалась самая большая модель насосов DOP 3530LD в комплекте с фрезой и гидравлической станцией ICE 800.

В комплект поставки может входить как один насос, так и целый комплекс для грунтовых работ. Такой комплекс обычно включает шланги и пульпопроводы, плавающие и не плавающие, необходимое количество бустеров, гидравлическую насосную станцию для привода насосов DOP, бустеров и рабочих насадок. Другим функциональным дополнением могут служить насос для подачи воды и измерительные приборы. Все эти опции можно заказать вместе с насосом DOP.

Гидравлические насосные станции для привода насосов DOP производятся голландской компанией ICE, которая



Рис. 3. DOP200 разгрузка баржи



Рис. 4. DOP350 с дисковой фрезой и плавающим пульпопроводом

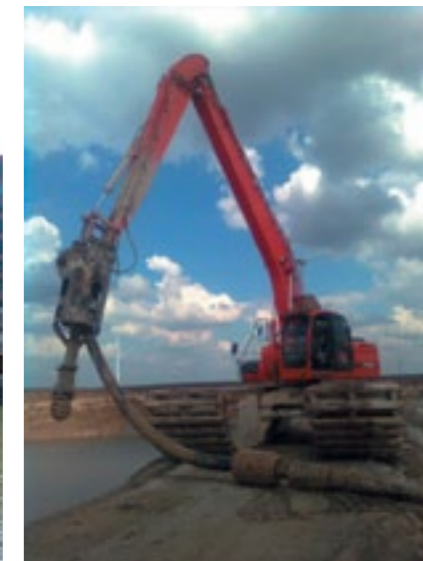


Рис. 5. Стандартное применение насоса DOP с насадкой для разработки песка



также является одним из мировых лидеров по производству гидравлических вибропогружателей. Гидростанции ICE универсальны и могут служить приводом не только для дноуглубительных насосов, но и для вибропогружателей, гидравлических молотов и гидробуров.

Насосы DOP — это мощный дноуглубительный инструмент, подтверждающий свою надежность и производительность на протяжении многих лет. Он стал основным оборудованием в работе многих компаний, занимающихся грунтовыми работами. Насосы DOP успешно выполняют самые сложные задачи по дноуглублению, очистным и добывающим проектам.

WWW.RAMACHINERY.RU — поставщик грунтовых насосов Damen DOP, гидравлических станций и вибропогружателей ICE Holland на территории Российской Федерации и стран СНГ.



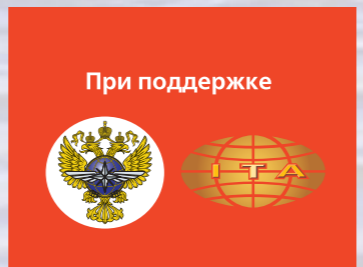
Тел.: (495) 514-04-12, 514-04-13  
www.ramachinery.ru





7→9 ноября  
2012

МОСКВА  
ЦВК  
«Экспоцентр»



## РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

### СТРОИТЕЛЬСТВО И ИНФРАСТРУКТУРА

- Морские и речные порты: проектирование, строительство, ремонт, реконструкция и обустройство
- Гидросооружения
- Машины и оборудование, технологии и материалы для строительства, ремонта и реконструкции гидросооружений
- Береговая инфраструктура морских и речных паромных комплексов
- Портовый сервис: снабжение и ремонт, сурвейеры, бункеровщики, стивидоры, портовые агенты

### ЛОГИСТИКА

- Транспортная логистика
- Транспортно-экспедиторские услуги
- Интермодальные и мультимодальные перевозки
- Технологии и оборудование для транспортировки, хранения и обработки грузов
- Системы безопасности транспортировки и хранения грузов



### Деловая программа выставки:

- Конференция «Транспортная инфраструктура: модернизация железной дороги и портов»

Генеральный информационный партнер:



Официальный интернет-партнер:



# 3.

59-77

ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

**ЗНАМЕНАТЕЛЬНЫЕ ДАТЫ**  
отмечают ведущие институты  
энергетического комплекса России

## 95 лет ЛЕНГИДРОПРОЕКТ

## 85 лет ЦКТИ им. И. И. Ползунова

Вклад этих организаций в становление и развитие энергетики СССР и России огромен. Уникальные разработки ученых и специалистов составляют золотой фонд мировой энергетики и энергетического оборудования, известны во всем мире и реализованы в разных странах. В багаже достижений каждого института — сотни сложнейших объектов и изобретений, отмеченных государственными наградами.

Как бы ни менялись времена, ЛЕНГИДРОПРОЕКТ и ЦКТИ составляют национальную гордость нашей страны и остаются лидерами в сферах своей профессиональной деятельности.



## ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ГЭС — ПРИОРИТЕТНАЯ ЗАДАЧА ОАО «РУСГИДРО»

*Specialists of JSC «RusHydro» give reference directions and measures of Management Company for HPP safeguarding in the briefing. The system of seismological monitoring and meteorological observations are discussed separately as particularly significant tasks of providing with reliable service of hydro-power plants. RusHydro Group is one of the Russian largest power holding joining more than 70 renewable energy source plants in Russia and abroad.*

### Мониторинг состояния ГТС

В рамках решения задачи по обеспечению надежности и безопасности гидротехнических сооружений специалистами служб мониторинга оборудования и гидротехнических сооружений филиалов ОАО «РусГидро» проводятся работы по мониторингу и оценке технического состояния гидротехнических сооружений компании. Мониторинг состояния гидротехнических сооружений представляет собой совокупность действий по контролю состояния ГТС и уровня их эксплуатации, действующих нагрузок, природных и техногенных воздействий.

Процесс оценки состояния гидротехнических сооружений, позволяющий определить степень соответствия состояния ГТС установленным нормам и правилам по безопасности и надежности ГТС, включает в себя:

- оперативную диагностику состояния ГТС — сопоставление диагностических показателей (качественных и количественных) состояния ГТС с критериями безопасности ГТС;
- комплексную оценку состояния ГТС — комплексный анализ контролируемых показателей (качественных и количественных) состояния ГТС, действующих нагрузок, природных и техногенных воздействий, данных об уровне эксплуатации сооружений, оценку уровня безопасности и надежности ГТС и прогноз его изменения;
- декларирование безопасности ГТС — осуществление мероприятий по разработке/пересмотру деклараций безопасности ГТС, включая разработку/пересмотр критериев безопасности и выполнение расчетов по определению вероятного вреда в результате аварий ГТС.

Для повышения безопасности и надежности объектов ОАО «РусГидро»:

- в 2010 г. на базе ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева» и ОАО «НИИЭС» создан аналитический центр ОАО «РусГидро»;
- в 2011 г. восстановлен институт генеральных проектировщиков.

Основными целями создания на базе ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева» и ОАО «НИИЭС» Аналитического центра ОАО «РусГидро» являются:

- повышение качества принятия технических решений в части управления жизненным циклом объекта, получение научного обоснования и использование мировых практик технических решений и аналогов по объектам внутри компании при разработке решений, обеспече-

ние надежности и безопасности объектов ОАО «РусГидро»;

- воссоздание и развитие потенциала научно-исследовательских институтов как собственного мощного ресурса, дающего конкурентные преимущества в части инновационного развития компании.

Основными задачами, выполняемыми Аналитическим центром ОАО «РусГидро» на объектах ОАО «РусГидро» в 2012 г., являются:

- подготовка единых требований к составу собираемых данных о состоянии оборудования и сооружений, контроль данных, собираемых с объектов ОАО «РусГидро» и их проверка;
- разработка типовых программ по обследованию оборудования и сооружений, выполняемых в том числе сторонними организациями;
- анализ результатов мониторинга оборудования и сооружений, выполняемых техническими подразделениями гидроэнергетических объектов ОАО «РусГидро», а также анализ обследований оборудования и сооружений, выполняемых сторонними организациями;
- участие в обследованиях, выполняемых на оборудовании и сооружениях гидроэнергетических объектов ОАО «РусГидро», а также их техническое сопровождение;
- комплексная оценка уровня надежности и безопасности гидроэнергетических объектов ОАО «РусГидро» в соответствии с концепцией системы управления безопасностью и надежности ГТС, утвержденной СД ОАО «РусГидро» в 2009 г.;
- формирование аналитических материалов по результатам выполненных работ с предложениями по повышению надежности и безопасности функционирования гидроэнергетических объектов ОАО «РусГидро».

ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева» и ОАО «НИИЭС» обладают необходимым составом квалифицированных специалистов для выполнения работ. При необходимости, для выполнения отдельных этапов работ по обследованию состояния оборудования предполагается привлечение специализированных организаций — ОРГРЭС, НТЦ электроэнергетики и др.

### Создание сети сейсмологических станций

Для уточнения сейсмичности площадок расположения ГЭС ОАО «РусГидро» проводятся работы по микросейсмо-



Колымская ГЭС. Вид с сопки

районированию территории. В целях обеспечения сейсмической безопасности, изучения особенностей глубинного строения геологической среды, оценки сейсмической опасности для обоснования и получения параметров сейсмических воздействий, определения влияния масс водохранилища на сейсмичность района на объектах ОАО «РусГидро» и близлежащих к ним территориях создаются локальные сейсмологические сети (ЛСС) и организуется инженерно-сейсмологический мониторинг.

Сейсмологические наблюдения позволяют решать задачи:

- слежения за сейсмическим режимом в районе ГТС гидроузла и динамикой сейсмичности в ближайших сейсмоактивных зонах, определяющих уровень сейсмической опасности объекта;
- оперативного анализа амплитудно-частотных характеристик сейсмических воздействий при землетрясениях из определенных сейсмоактивных зон;
- оценки влияния наполнения и сработки водохранилища на изменение сейсмического режима района расположения гидроузла (возможные проявления наведенной сейсмичности);
- определения природы сейсмических событий (природное или техногенное).

В настоящее время локальные сейсмологические сети действуют на Бурейской, Саяно-Шушенской и Новосибирской ГЭС. Остальные филиалы ОАО «РусГидро» используют данные инженерно-сейсмологического мониторинга территории геофизической службы РАН.

ОАО «РусГидро» в сотрудничестве с представителями геофизической службы РАН, Сибирским отделением геофизической службы РАН ведут работу по разработке требований к комплексам для инженерно-сейсмологических наблюдений, а также рассматривает возможность использования на ГЭС инженерно-сейсмометрических и инженерно-сейсмологических систем мониторинга как единого измерительного комплекса.

В 2011 г. геофизическая служба СО РАН по договору с филиалом ОАО «РусГидро» — «Новосибирская ГЭС» переоснастила две имеющиеся сейсмостанции (Быстровка и Ключи — Буготакская плита) и смонтировала две новые (Алексеевка и расположенная на территории ГЭС в непосредственной близости от сооружений — Новосибирская плита).

Комплекс этих станций с сервером обработки сигналов, расположенным на станции Ключи и осуществляющим связь с единой службой сейсмологических наблюдений РФ, образовали сеть, способную оперативно фиксировать и обрабатывать информацию о сейсмических событиях территории гидроузла и обеспечить наполнение базы для возможности прогнозирования.

В 2012 г. будут завершены работы по модернизации сейсмометрической сети Чиркейской ГЭС и организации инженерно-сейсмометрического мониторинга Кашхатау ГЭС.

### Развитие сети гидрометеонаблюдений

Режим сработки и наполнения водохранилищ ГЭС ОАО «РусГидро», помимо прочих условий, устанавливается с учетом обеспечения безопасности сооружений, минимизации рисков подтопления и затопления территорий как в верхнем, так и нижнем бьефе гидроузлов. Регулирующая емкость водохранилищ и каскадов водохранилищ в комплексе с мерами по предупредительной сработке позволяет обеспечить выполнение этих условий.

Эффективность решения противопаводковых задач при этом существенно зависит от качества прогнозной информации об объеме и распределении по времени притока к водохранилищу. Особенно актуальной прогнозная информация является в регионах Северного Кавказа, Дальнего Востока и Сибири. В отличие от Европейской части, в этих регионах дождевые паводки по своему объему могут превышать весеннее половодье, сток которого формируется прежде всего за счет снеготаяния. В условиях стремительного развития дождевого паводка опера-





Бурейская ГЭС. Испытания водослива



Панорама Зейской ГЭС и верхнего бьефа

тивность и точность прогноза необходимы для избежания чрезвычайных ситуаций.

Помимо выполнения условий безопасной эксплуатации гидроузлов, недостаточное качество прогнозов не позволяет обеспечить максимально эффективный режим сработки и наполнения водохранилищ. Отсутствие достоверной информации о притоке в водохранилище может привести к холостым сбросам воды повышенных расходов.

С целью повышения качества прогнозной информации о притоках в водохранилища ГЭС в составе Программы повышения энергоэффективности ОАО «РусГидро», утвержденной Правлением 12 апреля 2010 г., предусмотрены мероприятия по развитию сети гидрометеонаблюдений по наиболее критичным гидроузлам, расположенным в Сибири, на Дальнем Востоке и Северном Кавказе.

В 2010–2011 гг. с целью отработки технологии автоматизированных измерений на территории Сибири и Дальнего Востока ОАО «РусГидро» реализован совместный с Росгидрометом (Дальневосточное УГМС) проект по установке автоматизированного гидрологического комплекса с измерением расхода, уровня и снегонакопления на гидрологическом посту р. Гиллюй (площадь бассейна водохранилища Зейской ГЭС). Опыт эксплуатации установленного оборудования будет использован при принятии решения о путях развития системы наблюдений и выборе технических решений при установке средств гидрометеонаблюдений на других ГЭС ОАО «РусГидро».

Особое внимание в программе уделено развитию сети гидрометеонаблюдений Саяно-Шушенской ГЭС. Эксплуатация уникальной плотины СШГЭС требует выбора скорости наполнения или сработки водохранилища в зависимости от технического состояния плотины.

В соответствии с решениями совещаний у заместителя председателя Правительства РФ И. И. Сечина от 29.01.10 и от 01.06.2010 Росгидромету совместно с ОАО «РусГидро» поручено подготовить предложения по развитию системы гидрометеорологического мониторинга в бассейне водохранилища Саяно-Шушенской ГЭС с целью повышения точности прогнозирования и отслеживания располагаемых водных ресурсов.

Для выполнения поручения и повышения уровня безопасности и надежности Саяно-Шушенской ГЭС между ОАО «РусГидро» и Росгидрометом был подписан протокол о взаимодействии при реализации Программы создания центра прогнозирования водных ресурсов на филиале ОАО «РусГидро» — «Саяно-Шушенской ГЭС им. П. С. Непорожного».

В рамках программы мероприятий разработан «Научно-технический проект развития системы гидрометеорологического мониторинга в бассейне водохранилища Саяно-Шушенской ГЭС», определяющий основные требования к развитию сети наблюдений, Среднесибирским УГМС организованы центры сбора и обработки данных (г. Кызыл, г. Абакан, г. Красноярск), установлены автоматизированные гидрологические комплексы с измерением уровня (АГК) на постах: Никитино, Подсинее, Черемушки, Кызыл; обеспечен мониторинг гидрологической обстановки в режиме реального времени. В 2012 г. будут выполнены работы по установке еще восьми гидропостов. Реализация мероприятий, предусмотренных программой на 2012–2014 гг., позволит обеспечить качественный прогноз притока с заблаговременностью 1–3 суток и более, что позволит оперативно реагировать на изменения гидрологической обстановки в районе гидроузла.

**Программа комплексной модернизации (ПКМ)**

5 декабря 2011 г. совет директоров компании утвердил Программу комплексной модернизации (ПКМ) генерирующих объектов группы ОАО «РусГидро» на 2012–2025 гг. ПКМ определяет сроки и объемы технического перевооружения, сформирована как совокупность программ комплексной модернизации каждого генерирующего объекта.

ПКМ имеет комплексный характер и, кроме модернизации основного генерирующего оборудования, включает в себя также (исходя из реального текущего технического состояния и прогнозов его динамики на перспективу) модернизацию гидротехнических сооружений. В том числе:

- ремонт железобетонных конструкций с применением композитных материалов на основе углеволокна, стекловолокна и кевларового волокна;
- восстановление водонепроницаемости бетонных поверхностей (гидроизоляция) с использованием инъекционных материалов нового поколения на основе акрилатных, полиуретановых и эпоксидных смол;
- применение суперпластификаторов для бетона на основе поликарбоксилатов и лигносульфанатов;
- применение спирально-навивной технологии SPR для бестраншейного ремонта трубопроводов.

*Информация и фотографии предоставлены пресс-службой ОАО «РусГидро».*

# ЭЛЕКТРОЦИЛИНДРЫ

## ЛУЧШЕЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ШЛЮЗОВ И ГЭС

- Усилия до 1500 кН (150 тонн)
- Ход штока до 7 метров
- Степень защиты IP68
- Рабочая температура от –40°C
- Широкий диапазон скоростей перемещений
- Точная синхронизация
- Дублированное решение
- Нарботка на отказ электроцилиндров с ролик-винтовой парой — более 30 лет при круглосуточной работе на открытом воздухе



НТЦ «Прогрессивные Технологии» выполняет разработку и внедрение комплексных решений «под ключ».



**ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ**

Минимизация и даже полное исключение гидравлических систем из элементов объектов энергетики и гидротехнических сооружений это важный, правильный и необходимый шаг, ведущий к повышению производительности и надёжности, качества и удобства эксплуатации.

**ДЛЯ ДАЛЬНОВИДНЫХ И НЕРАВНОДУШНЫХ**

Экологическая безопасность для окружающей среды!  
Существенное снижение эксплуатационных затрат!

**ДЛЯ ПРОЕКТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И ЗАКАЗЧИКОВ**

Приглашаем к сотрудничеству!  
Посещение реальных объектов.  
Многолетний опыт успешной эксплуатации в Европе!



109428, Москва, ул. Стахановская, 20 стр. 11А  
Телефон/факс: (495) 741-60-85  
www.p-techno.ru info@p-techno.ru



# ОПЫТ РЕКОНСТРУКЦИИ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ КОЛОНКИ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА НА ЗАГОРСКОЙ ГАЭС



**Серяпин Д. А.**,  
старший инженер-гидромеханик  
ООО «Ракурс-Инжиниринг»  
(Группа компаний «Ракурс»,  
Санкт-Петербург)

Загорская ГАЭС — единственная в России крупная действующая гидроаккумулирующая электростанция. История ее «жизни» насчитывает уже почти четыре десятка лет — строительство начиналось еще при СССР, в 1974 г., а первый агрегат был запущен в последний день 1987 г. В 2005 г. был дан старт масштабной программе технического перевооружения, успешно завершённой в 2011 г.

В рамках этой программы при проведении плановых капитальных ремонтов на всех шести гидроагрегатах станции, начиная с 2008 г., была произведена модернизация автоматики системы управления гидроагрегатами. Одним из ее важных элементов является система регулирования, контролирующая положение регулирующих органов гидротурбины. Таким образом осуществляется управление частотой вращения и активной мощностью гидроагрегата. На Загорской ГАЭС установлены радиально-осевые гидроагрегаты, в которых регулирующим органом является направляющий аппарат, ограничивающий расход воды через турбину. Управление расходом осуществляется при помощи изменения положения сервомоторов направляющего аппарата — в сторону большего или меньшего его открытия.

Система регулирования состоит из двух основных частей: электрической панели электрогидравлического регулятора (ПТК ЭГР) и гидромеханической — реализованной в виде ГМК (гидромеханической колонки управления). По командам, полученным от электрической панели ЭГР, гидромеханическая часть регулятора осуществляет перемещение сервомоторов направляющего аппарата в требуемом направлении на заданную величину.

Для достижения наилучшего эффекта желательно проводить одновременную реконструкцию электрической и гидромеханической частей системы регулирования. В этом случае возможности взаимодействия современной микропроцессорной техники и гидроавтоматики будут реализованы в полной мере, а не наткнутся на ограниченное быстрое действие нереконструированной второй половины.

Достоинства микропроцессорного ЭГР по сравнению с прежней системой — тема отдельной статьи. В случае с реконструкцией ГМК было необходимо достижение следующих целей:

*There are engineering solutions of «Rakurs-engineering» company experts on automatic control of hydrounits that were successfully realized on the Zagorskaya HPSP in the article by D. A. Seryapin.*

- Улучшение динамических и статических характеристик гидромеханической системы управления сервомотором направляющего аппарата. В результате достигается соответствие современным требованиям и стандартам, предъявляемым к системам регулирования гидроагрегатов (IEC 61362 — Guide to specification of hydro-turbine control systems и ГОСТ 12405-81 (2003 г.) — «Регуляторы электрогидравлические для гидравлических турбин. Технические условия»).

- Замена морально и технически устаревшего оборудования и повышение ремонтпригодности и надежности работы ГМК. В оригинальной конструкции применялось оборудование индивидуального производства, к которому невозможно было подобрать взаимозаменяемого аналога. При реконструкции же используется современное, серийно выпускаемое электрогидравлическое оборудование общепромышленного назначения со стандартизированными установочными и присоединительными размерами.

### Первые шаги

Первым в очереди на техническое перевооружение стоял гидроагрегат № 4. Для реконструкции ГМК было принято традиционное в данной области техническое решение, в упрощенном виде представленное на рис. 1. В соответствии с ним, из ГМК были демонтированы механические обратные связи и все прежнее оборудование, кроме главного золотника, являющегося основным элементом колонки. Именно от его положения зависят направление и скорость перемещения сервомоторов направляющего аппарата.

Вместо прежнего оборудования в ГМК были установлены новые функциональные блоки:

- **Блок управления** главным золотником, состоящий из гидропанели и установленной на нее распределительной аппаратуры. Такой блок управления позволяет ГМК функционировать в двух режимах — в автоматическом и в режиме опробования. В автоматическом режиме управление главным золотником осуществляется при помощи **пропорционального гидрораспределителя PV**, который направляет потоки рабочей жидкости в соответствии с командами, полученными от ПТК ЭГР. В режиме опробования, при помощи **распределителя с ручным управлением DV3 (механизм опробования)**, можно осуществлять смещение главного золотника до упора вверх или вниз, соответствующим образом направляя серво-

моторы в сторону открытия или закрытия, — данный режим полезен при наладке и обслуживании системы регулирования. Переключение между режимами осуществляется при помощи **гидрораспределителя DV2**. **Механизм пуска-останова DV1** устанавливается для принудительного смещения главного золотника в сторону закрытия при неисправности пропорционального гидрораспределителя PV.

- Сдвоенный **фильтр тонкой очистки** рабочей жидкости, который необходим для обеспечения требуемой чистоты рабочей жидкости в управляющем контуре ГМК. От этого зависят надежность и долговечность всей гидрораспределительной аппаратуры блока управления. Сдвоенные фильтры применяются для обеспечения возможности «горячего» переключения с загрязненного фильтроэлемента на чистый, находящийся в резерве. Встроенный датчик засоренности позволяет обеспечить своевременную замену загрязненных фильтроэлементов.

- **Механизм обратной связи главного золотника BQ2**, представляющий собой датчик линейных перемещений и набор кронштейнов для его установки.

- На сервомотор направляющего аппарата также был установлен **механизм обратной связи BQ1**.

Реконструкция была произведена успешно, но после приобретения основных навыков работы с новым оборудованием сотрудники службы эксплуатации ГАЭС высказали пожелание сохранить при модернизации последующих агрегатов систему автономного ручного управления ГМК, позволяющего позиционировать направляющий аппарат независимо от ПТК ЭГР.

### Оригинальные разработки

Пожелания сотрудников ГАЭС были учтены уже при реконструкции ГМК следующего гидроагрегата № 2. Реализовать автономное ручное управление было решено на базе уже имеющихся в ГМК механизмов и тросовых обратных связей. Основная задача заключалась в достижении согласованности в работе органов ручного и автоматического управления.

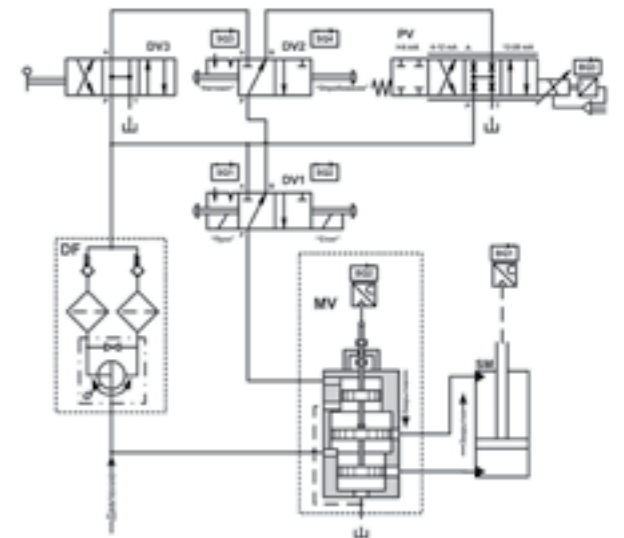
Специально под эту задачу была разработана (патент № 2366820 (РФ)) концепция селективного гидравлического управления по максимуму/минимуму (рис. 2). Идея заключается в соединении распределительных устройств гидросистемы двумя различными способами, которые позволяют контролировать расход рабочей жидкости в соответствии с максимальным/минимальным заданием гидрораспределителей №№ 1 и 2. К примеру, в соответствии со схемой, изображенной на рис. 2, а, мы получаем возможность подавать давление к рабочему органу с расходом, соответствующим максимально заданному на одном из двух гидрораспределителей:

$$\vec{Q} = \max(\vec{Q}_1; \vec{Q}_2).$$

В случае со схемой, представленной на рис. 2, б, — аналогичным образом подводим/отводим рабочую жидкость в соответствии с минимальным из заданий на гидрораспределителях:

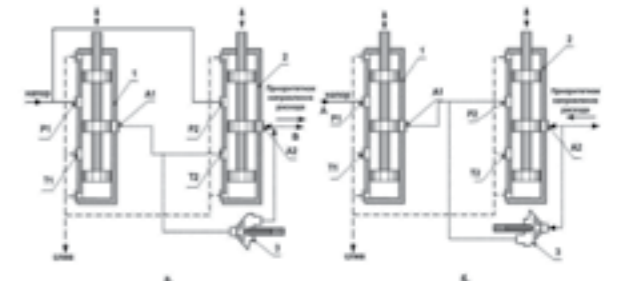
$$\vec{Q} = \min(\vec{Q}_1; \vec{Q}_2).$$

При реконструкции ГМК ЭГР-10-8, установленной на гидроагрегате № 2 Загорской ГАЭС (упрощенная гидравлическая схема представлена на рис. 3), была применена схема селективного гидравлического управления по минимуму. В качестве гидрораспределителя № 1 выступил существую-



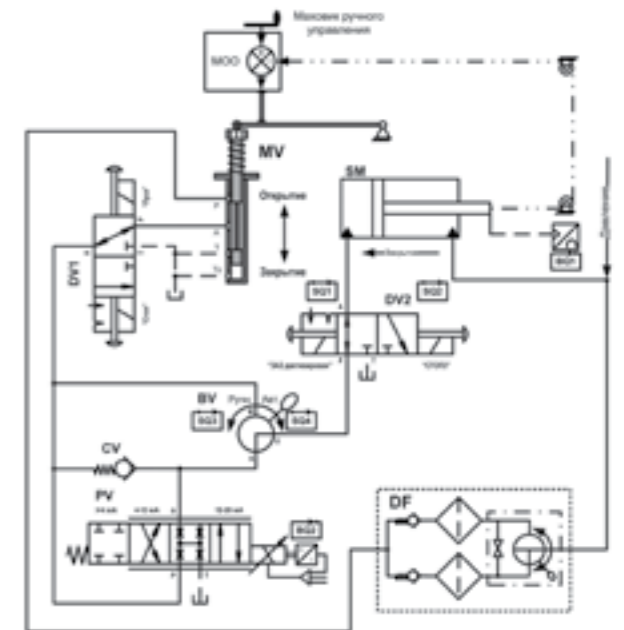
**Рис. 1. Схема реконструкции ГМК гидроагрегата № 4 Загорской ГАЭС**

MV — главный золотник, PV — пропорциональный гидрораспределитель, DV1 — механизм пуска-останова, DV2 — гидрораспределитель переключения «Автомат»/«Опробование», DV3 — механизм опробования, DF — сдвоенный фильтр тонкой очистки, SM — сервомотор направляющего аппарата, SQ1-SQ4 — дискретные датчики обратной связи, BQ1-BQ3 — аналоговые датчики обратной связи



**Рис. 2. Селективное гидравлическое управление рабочим органом по максимуму (а) и минимуму (б)**

1 — гидрораспределитель № 1, 2 — гидрораспределитель № 2, 3 — обратный клапан



**Рис. 3. Схема реконструкции ГМК гидроагрегата № 2 Загорской ГАЭС**

MV — золотник ручного управления, PV — пропорциональный гидрораспределитель, DV1 — механизм пуска-останова, DV2 — золотник аварийного закрытия, BV — кран переключения «Автомат»/«Ручное», MOO — механизм ограничения открытия, CV — обратный клапан, DF — сдвоенный фильтр тонкой очистки, SM — промежуточный сервомотор направляющего аппарата, SQ1-SQ4 — дискретные датчики обратной связи, BQ1-BQ2 — аналоговые датчики обратной связи



щий главный золотник. Распределительным устройством № 2 был назначен пропорциональный гидрораспределитель.

В составе ГМК из прежней конструкции были сохранены:

- Блок золотников в составе главного золотника (использованного в новой конструкции в качестве **золотника ручного управления**) и золотника аварийного закрытия (примененного в качестве **механизма пуска/останова DV1**).

- **Механизм ограничения открытия (МОО)** — система рычагов и тросовых обратных связей, необходимых для реализации ручного управления.

Все остальные функциональные элементы прежней конструкции были демонтированы, после чего в ГМК было установлено новое оборудование:

- **Пропорциональный гидрораспределитель PV** с датчиком обратной связи, который в соответствии с электрическим сигналом от ПТК ЭГР управляет расходом и направлением потоков рабочей жидкости.

- **Кран переключения «автомат»/«ручное» BV.**

- **Золотник аварийного закрытия DV2**, позволяющий закрыть направляющий аппарат независимо от положения других распределительных устройств.

- **Сдвоенный фильтр тонкой очистки DF.**

- **На промежуточный сервомотор и индивидуальные приводы лопаток направляющего аппарата** были установлены **механизмы обратной связи**.

Все новые распределительные элементы были оснащены датчиками обратной связи, позволяющими осуществлять мониторинг исполнения команд, поданных системой управления.

В результате было разработано и внедрено решение, позволяющее сохранить за ГМК статус устройства, способного позиционировать направляющий аппарат гидроагрегата в автономном режиме, независимо от ПТК ЭГР. Данное решение получило положительные отклики от обслуживающего персонала ГАЭС и успешно эксплуатируется с 2009 г.

#### Дальнейшее развитие

В конце 2009 г. появились новые требования к гидромеханической части системы регулирования гидроагрегатов. Отныне конструкция ГМК должна предусматривать тенденцию на закрытие направляющего аппарата при потере электрического питания.

Данная задача была решена установкой пропорционального гидрораспределителя с возвратной пружиной, переводящей гидроаппарат в заранее заданное безопасное положение, которое было выбрано, исходя из необходимости смещения главного золотника на закрытие.

Однако все оказалось не так просто. Если для ГЭС соответствующие рекомендации Ростехнадзора по закрытию направляющего аппарата были применены без лишних колебаний, то с ГАЭС ситуация обстоит несколько сложнее. Дело в том, что никто не мог ответить на вопрос: как быть с насосным режимом работы гидроагрегата? Не приведет ли закрытие направляющего аппарата в насосном режиме к существенному ущербу для гидроагрегата?

Вопрос требовал тщательного изучения и согласования с компетентными организациями, что всегда занимает достаточно много времени. График технического перевооружения станции при этом никто не отменял. Тогда возникла идея на техническом уровне предусмотреть в ГМК возможность настройки тенденции смещения главного золотника в нужную сторону, в зависимости от режима рабо-

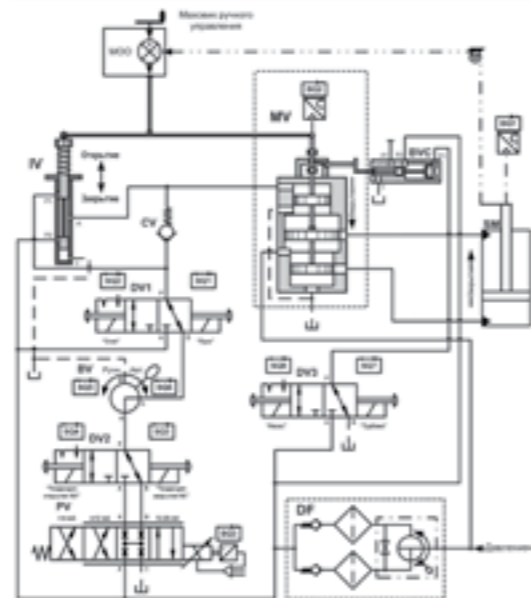


Рис. 4. Схема реконструкции ГМК гидроагрегата № 3, № 5, № 6 Загорской ГАЭС

MV — главный золотник, IV — побудительный золотник, BVC — блокировочный золотник, PV — пропорциональный гидрораспределитель, DV1 — механизм пуска-останова, DV2 — механизм выбора тенденции, DV3 — гидрораспределитель управления блокировочным золотником, BV — кран переключения «Автомат»/«Ручное», MOO — механизм ограничения открытия, CV — обратный клапан, DF — сдвоенный фильтр тонкой очистки, SM — сервомотор направляющего аппарата, S01-S08 — дискретные датчики обратной связи, BQ1-BQ3 — аналоговые датчики обратной связи

ты гидроагрегата, а уже после появления конкретных рекомендаций для ГАЭС завести в автоматику соответствующие алгоритмы.

Было решено сразу после пропорционального гидрораспределителя установить дополнительный **гидрораспределитель DV2**, выполняющий функцию гидравлического инвертора. Таким образом, в одном из положений данного устройства пропорциональный гидрораспределитель будет при потере электрического питания смещать главный золотник в сторону закрытия направляющего аппарата, а во втором положении — в сторону открытия.

Далее, учитывая требования по сохранению ручного управления, все эти идеи были применены к концепции селективного гидравлического управления по максимуму, в результате чего появилась гидравлическая схема реконструкции ГМК ЭГР-150-9, в упрощенном виде представленная на **рис. 4**.

Из ГМК были демонтированы все элементы прежней конструкции, кроме главного и блокировочного золотников, а также системы рычагов и тросовых обратных связей механизма ограничения открытия, необходимых для сохранения ручного управления. Побудительный золотник был модифицирован.

**Блокировочный золотник BVC** был сохранен в составе ГМК для ограничения скорости открытия НА в насосном режиме. При активации блокировочного золотника между ограничительными гайками устанавливается дополнительная планка, уменьшающая ход главного золотника вверх, в сторону открытия. В итоге достигается механическое ограничение расхода рабочей жидкости, направленной на открытие направляющего аппарата.

Из нового оборудования были установлены:

- **Пропорциональный гидрораспределитель PV** с датчиком обратной связи.

- **Механизм выбора тенденции DV2.**

- **Кран переключения «автомат»/«ручное» BV.**

- **Механизм пуска/останова DV1**, позволяющий сместить главный золотник в сторону закрытия независимо от положения других распределительных устройств.

- **Гидрораспределитель управления блокировочным золотником DV3.**

- **Сдвоенный фильтр тонкой очистки DF.**

- **Механизм обратной связи главного золотника BQ2.**

- На **сервомотор направляющего аппарата** также был установлен **механизм обратной связи BQ1.**

Все новые распределительные устройства, как и в предыдущий раз, были оснащены датчиками обратной связи.

Таким образом были реконструированы ГМК гидроагрегатов №№ 3, 5, 6.

Реконструкция ГМК гидроагрегата № 1 была произведена аналогично гидроагрегату № 2, но с реализацией идеи «гидравлического инвертора» — для обеспечения возможности настройки тенденции движения направляющего аппарата.

В настоящее время в нашей компании разработана концепция модульного построения ГМК, в рамках которой классифицированы и унифицированы технические решения по реконструкции различных функциональных узлов колонки. Эта концепция позволяет быстро адаптировать имеющиеся наработки к еще нереконструированным ранее типам ГМК.

## «Ракурс-Инжиниринг» — инновационные решения автоматизации объектов энергетики

Технические решения, представленные в статье Д. А. Серяпина, были разработаны и реализованы специалистами ООО «Ракурс-инжиниринг», входящим в Группу компаний «Ракурс» — одного из лидеров российского рынка АСУ ТП для объектов энергетики. За 21 год успешной работы на рынке энергетики ГК «Ракурс» реализовала более 500 проектов комплексной автоматизации на ГЭС, ТЭС и АЭС в России и за рубежом.

Компания «Ракурс-инжиниринг» является резидентом особой экономической зоны (ОЭЗ) технико-внедренческого типа «Нойдорф» в Санкт-Петербурге и реализует проект разработки и освоения производства программно-технических комплексов для объектов энергетической отрасли России. Компания «Ракурс-инжиниринг» учреждена ООО «НПФ «Ракурс» с целью поддержания инновационного пути развития, проведения НИОКР и выпуска инновационной продукции в целевых сегментах рынка — гидро-, тепло- и атомной энергетике.

Проект предусматривает разработку и организацию опытного производства программно-технических комплексов для объектов электроэнергетики, среди которых можно выделить следующие:

- панель электрооборудования электрогидравлического регулятора частоты и активной мощности гидроагрегата — ПТК ЭГР;
- панель электрооборудования группового регулятора активной и реактивной мощности гидроагрегатов ГЭС — ПТК ГРАМ;
- подсистема рационального управления составом агрегатов (РУСА);
- система технологического контроля турбо и гидрогенераторов (СТК-ЭР);
- электрическая часть системы регулирования и защиты паровой турбины (ПТК ЭЧСР).

ООО «Ракурс-инжиниринг» была первой компанией, которая начала строительство на территории особой экономической зоны «Нойдорф» с целью реализации перспективных и инновационных технических проектов для развития российской энергетики. На реализацию проектов в ОЭЗ компания «Ракурс» предусматривает инвестиции в размере 318,555 млн руб. Более половины из них уже вложены в реализацию: запущен и ведет работу инжиниринговый центр компании в административном здании «Нойдорф» ОЭЗ, а также строится здание собственного научно-технического центра.

Общая площадь будущего здания — 8 тыс. кв. м, площадь арендованного земельного участка — 1,08 га. На сегодняшний день завершено строительство каркаса здания, ведутся отделочные работы, проложены наружные инженерные сети, почти закончено наружное остекление. Ориентировочно ввод здания в эксплуатацию планируется к июлю 2013 г.

В настоящее время на территории административно-делового центра «Нойдорф» осуществляются разработка и производство научно-технической продукции — специальных средств измерения (термометры сопротивлений, термопар, аналоговый ввод/вывод, преобразователи интерфейсов, измерители частоты, индикаторы, источники питания и т. д.), используемых в программно-технических комплексах АСУ ТП для объектов энергетики. Всего более 30 различных модификаций. Кроме того, специалистами компании «Ракурс» разрабатываются и производятся приборы для контроля и диагностики состояния турбо- и гидрогенераторов, применяемые в системах контроля вибрации лобовых частей, системах контроля увлажнения изоляции межфазных зон и системах контроля витковых замыканий ротора. В соответствии с соглашением о ведении технико-внедренческой деятельности в первом полугодии 2012 г. проведены работы по проектам автоматизации Шульбинской ГЭС и Богучанской ГЭС.

**ООО «Ракурс-инжиниринг», резидент ОЭЗ «Нойдорф»,  
198515 Санкт-Петербург,  
пос. Стрельна, ул. Связи, д. 34, лит. А  
(812) 252-32-44,  
info@rakurs.com  
www.rakurs.com**





## 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.

**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.

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

**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.

**Equotip Vambino 2****Динамический твердомер для металла с встроенным датчиком**

Equotip Vambino 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.

**proceq**

Made in Switzerland

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

## НАДЕЖНОСТЬ ОБЛИЦОВОК ВАЛОВ ГИДРОТУРБИН



**Майзель Ю. П.,**  
инженер-конструктор  
гидротурбинного оборудования  
(г. Фюльда, Германия)

*In the article by Y. P. Maisel "Reliability of hydraulic turbines shaft liners" it is proved wrong solution to refuse segment rubber bearings in vertical turbines shaft lining. The author shows their high reliability during long-term hydraulic turbine service.*

Настоящая статья продолжает серию публикаций, направленных на «реабилитацию» резиновых и, в частности, сегментных резиновых подшипников валов вертикальных гидротурбин, которые без достаточных на то оснований зачислены некоторыми ведущими специалистами гидротурбостроения в категорию ненадежных.

Не секрет, что заводы-изготовители гидротурбин, в том числе и флагман советского энергетического машиностроения Ленинградский Металлический завод (ЛМЗ), даже в период расцвета отрасли уделяли изучению этого опыта явно недостаточное внимание. Есть все основания полагать, что материалы, собранные автором за время работы на ЛМЗ и в ЦКТИ им. И. И. Ползунова и опубликованные еще в 1990 г. [1, 2], не утратили своей актуальности и на сегодняшний день.

Поскольку не все читатели имеют возможность отыскать указанные статьи и ознакомиться с их содержанием, позволю себе напомнить о некоторых фактах, изложенных в них.

Общезвестно, что в вертикальных гидротурбинах, оборудованных подшипниками с водяной смазкой и охлаждением, выполненный из углеродистой стали вал в целях предохранения от коррозии и ускоренного в связи с этим износа защищают антикоррозийным покрытием из нержавеющей стали.

На ЛМЗ в свое время прорабатывались различные конструкции толстостенных и тонкостенных облицовок. Конструкции отличались по способу механической обработки, сварки, монтажа, технологии изготовления [3, стр. 497]. Кроме приварных облицовок, рассматривались и съемные с различными способами их крепления на валу турбины (болтами, клиновыми замками и т. д.). В конечном счете, в качестве оптимальной была принята конструкция приварной тонкостенной (7,5 мм после окончательной механической обработки) облицовки из нержавеющей стали 1X18H9T. На отечественных ГЭС защитные покрытия валов в подавляющем большинстве выполнены в виде таких облицовок. Их стали применять с 30-х годов XX в. одновременно с широким внедрением в практику резиновых кольцевых подшипников.

Позднее заводом был разработан и стандарт на тонкостенные облицовки из нержавеющей стали для всех типов валов турбины [4, стр. 299–302]. Отклонения от стандарта имели место лишь в отдельных случаях. Так, для опытного агрегата Волгоградской ГЭС была спроектирована экспериментальная толстостенная облицовка. Толстостенные облицовки выполнены также на валах двенадцати турбин Красноярской ГЭС.

Принятая на ЛМЗ технология изготовления тонкостенных облицовок успешно использовалась в течение многих десятилетий. Трещины в облицовке появлялись редко и, как

правило, возникали вследствие предшествовавшего обезжиривания и сгорания антифрикционного слоя подшипника, приводивших к разогреву и расширению облицовки, а затем, после ее остывания, к образованию зон «бухтения» (пустот между облицовкой и телом вала, издающих при простукивании молотком характерный глухой звук). Со временем в таких зонах бухтения появлялись усталостные трещины.

Известен случай, когда на одной из ГЭС, вследствие прекращения подачи воды для смазки, подшипник работал некоторое время «всухую», резиновое покрытие сегментов сгорело, намазалось на вал, а нержавеющая облицовка была повреждена настолько, что потребовалась ее полная замена [3, стр. 486].

Появление в облицовке трещин усталостного происхождения имело место также вследствие брака, допущенного на заводе в процессе изготовления вала турбины. Причина — в недостаточно тщательной обтяжке секторов на валу перед их сваркой или же нарушении последовательности наложения сварных швов. Ошибки в технологической последовательности сварки облицовки на валу можно найти даже в трудах сотрудников ЛМЗ, посвященных технологиям гидротурбостроения. Так, в одной из статей говорится, что сектора заготовки тонкостенной облицовки привариваются сначала к валу и только после этого друг к другу.

На некоторых ГЭС после длительной эксплуатации наблюдался абразивный износ облицовок. Возникал он тогда, когда охлаждающая подшипник вода содержала мелкие твердые частицы. Поскольку для водяной смазки и охлаждения кольцевых резиновых подшипников требовалось достаточно большое количество воды (до десяти и более литров в секунду), последние снабжались фильтрами лишь грубой очистки, и мелкие взвеси типа речного песка проходили через них беспрепятственно. Этим объясняется, что на реках, воды которых содержали такие наносы, например, среднеазиатских, резиновые подшипники не применялись. В целом же серьезных претензий к тонкостенным облицовкам валов со стороны эксплуатационного персонала ГЭС, оснащенных кольцевыми резиновыми подшипниками, не было.

С начала 1970-х гг. по инициативе ЛМЗ на ряде ГЭС стали применяться резиновые турбинные подшипники нового типа — сегментные, обладавшие рядом преимуществ по сравнению с кольцевыми резиновыми и сегментными баббитовыми подшипниками. В процессе освоения новой конструкции были выявлены дефекты, которые, по мере накопления опыта эксплуатации, анализировались и за счет совершенствования приемов монтажа и конструктивных изменений успешно устранялись. Позже, при более длительной работе, было отмечено также значительное увеличение случаев поврежде-



ния облицовок валов вследствие появления трещин усталостного происхождения. Это дало повод некоторым руководящим специалистам конструкторского отдела водяных турбин ЛМЗ отнести сегментные резиновые подшипники к категории недостаточно надежных. Работы по совершенствованию и доводке нового перспективного типа турбинного подшипника без достаточных на то оснований были прекращены, а использование заводом резиновых подшипников, в том числе и кольцевых, по которым завод обладал на тот момент богатейшим в мире опытом, сведено к минимуму. Сделано это было вопреки принципам, которых всю жизнь придерживался глава послевоенной школы отечественного гидротурбостроения чл.-корр. АН СССР Н. Н. Ковалев, выдающийся инженер, с именем которого связаны высочайшие достижения отечественной гидроэнергетики в XX в. Поэтому позволю себе некоторое отступление от темы с воспоминаниями о Н. Н. Ковалеве.

С 1946 по 1958 гг. Николай Николаевич возглавлял конструкторский отдел гидротурбин ЛМЗ и всегда оказывал всестороннюю поддержку коллегам, предлагавшим новые, оригинальные конструктивные решения, помогал внедрению этих решений в жизнь и их доводке до совершенства. Он уделял очень большое внимание изучению опыта проектирования, монтажа и эксплуатации гидротурбинного оборудования, а также доведению этого опыта до сведения всех сотрудников конструкторского отдела, гидротурбинной лаборатории, и в особенности молодежи. Периодически, примерно один раз в месяц, за два-три часа до окончания рабочего дня в главном зале конструкторского отдела устраивались семинары по конкретной теме. На всеобщее обсуждение и критику представлялись технические, рабочие проекты, отчеты об опыте монтажа головных образцов новых турбин, результаты расследования причин отказов в работе оборудования с рекомендациями по их недопущению в дальнейшем и т. д. По окончании выступления основного докладчика каждый из присутствующих (независимо от занимаемой должности) мог высказать свое мнение по обсуждаемой теме. Нередко в ходе обсуждения разгорались жаркие дискуссии. Главный конструктор строго следил за соблюдением регламента и корректностью в выступлениях. В конце слово предоставлялось опытнейшим инженерам — начальникам

конструкторских подразделений и заместителям главного конструктора. С заключительным словом, подводящим итог прениям, выступал сам Николай Николаевич. В его решении учитывались все разумные предложения. Они фиксировались в протоколе и с этого момента становились обязательными для исполнения. В годы господства тоталитарного режима Н. Н. Ковалев фактически сумел внедрить на практике стиль руководства, в котором истинная демократия органично совмещалась с единоначалием. Неудивительно, что его приказы выполнялись беспрекословно, а сам он пользовался в конструкторском отделе и далеко за его пределами непререкаемым авторитетом и уважением. Семинары эти ценны были еще и тем, что делали достоянием всего конструкторского отдела опыт, полученный при разработках и исследованиях в отдельных его подразделениях. А молодые инженеры, слушая технические споры, получали прекрасную возможность не только учиться у своих старших, более опытных коллег, но и вырабатывать собственное мнение.

Глядя на ситуацию в хозяйственной жизни страны, невольно приходишь к мысли, что стилю руководства — истинно демократическому, успешно функционировавшему в конструкторском отделе водяных турбин Н. Н. Ковалева и еще много лет после перехода его на работу в ЦКТИ им. И. И. Ползунова, неплохо бы было и сегодня поучиться руководителям многих высоких инстанций, и не только в области техники.

Со временем семинары в конструкторском отделе ЛМЗ стали проводиться всё реже и реже, а затем и вовсе исчезли. Но ни в отделе, ни на заводе не было создано подразделения, которое бы собирало, обобщало и систематизировало сведения об опыте эксплуатации всех выпущенных заводом гидротурбин. Поэтому расследование обстоятельств при неполадках в работе оборудования на той или иной ГЭС поручали сотрудникам того подразделения конструкторского отдела (а их было несколько), которое выполняло рабочий проект турбины для этой ГЭС. При необходимости в помощь им прикрепляли сотрудников других подразделений отдела или завода.

Подразделение надежности гидротурбин на ЛМЗ было образовано лишь в 1970 г. и только потому, что возникла необходимость в систематической и квалифицированной подготовке материалов для присвоения вы-

## Юлий Павлович Майзель

еще в 1956 г. начал работу над дипломным проектом в КБ ЛМЗ под руководством легендарного Николая Николаевича Ковалева. Через два года Н. Н. Ковалев перешел на работу в ЦКТИ им. Ползунова, но созданная им инженерная школа, в которую посчастливилось попасть молодому конструктору, определила на долгие годы его дальнейший профессиональный путь. Юлий Павлович с особой теплотой вспоминает особую атмосферу КБ. Навсегда остались в памяти и сердце Ю. П. Майзеля его коллеги и друзья: правнук великого русского драматурга А. Н. Островского и внук знаменитого ученого М. А. Шателена — В. М. Малышев; главный конструктор турбины Красноярской ГЭС, всесторонне одаренный человек и талантливый инженер Л. Н. Петров; инженеры М. А. Цветков, И. И. Ширро, В. П. Капитонов и многие другие.

Что особенно вызывало профессиональный интерес Юлиа Павловича — это резиновые турбинные подшипники. Многие новые конструкторские разработки удалось внедрить на практике благодаря совместной работе в обстановке взаимного уважения и при поддержке технических руководителей известных в стране ГЭС: Красноярской, Усть-Илимской, Бухтарминской, Волгоградской, Серебрянских РЭУ «Колэнерго», Нарвской и других.

Так сложилось, что много лет Юлий Павлович живет в Германии, но тщательно следит за развитием российской гидроэнергетики, деятельностью ЛМЗ и ЦКТИ, которые навсегда остались для него главным местом жизни в профессиональной деятельности. Разработкам, которые мы представляем вашему вниманию, не один десяток лет, но Юлий Павлович, сверяя свои позиции с нынешним временем, убежден, что они не потеряли своей актуальности на большинстве гидроэлектростанций страны.

Редакция будет признательна специалистам за отклики на статью Ю. П. Майзеля и готова передать ему все вопросы, пожелания, замечания. Также автор был бы признателен всем специалистам, кто готов продолжить рассматривать поднятые в статье проблемы и предложить их современные решения.

пускаемому заводу гидротурбинному оборудованию Знака качества. Положение о нем было учреждено незадолго до этого Советом Министров СССР по инициативе Госстандарта. На подразделение возлагалась работа с бумагами.

Поначалу квалификация специалистов подразделения не соответствовала требованиям, необходимым для успешного решения поставленной задачи. Ситуация изменилась в 1972 г. после назначения начальником подразделения инженера М. И. Гальперина — опытного специалиста шеф-монтажных работ. Благодаря ему в отделе была создана немногочисленная, но работоспособная группа, обеспечивавшая оформление всех бумаг и получение Знаков качества текущего года всего за два-три месяца, а освободившееся время использовали для расследования отказов в работе гидротурбинного оборудования на действующих ГЭС. Работа эта проводилась в тесном контакте со специалистами Главтехуправления Минэнерго СССР и в немалой степени способствовала взаимопониманию двух ведомств — при устройстве ряда недоработок Госстандарта в отношении Знака качества. Так, например, выпуск гидротурбин был поначалу приравнен к производству кондитерских изделий.

Одним из первых дел, высоко оцененных в Минэнерго СССР, было участие представителя службы надежности ЛМЗ в расследовании причин аварии диагональной турбины Бухтарминской ГЭС в 1976 году и её восстановлении. При монтаже турбины после ремонта поврежденных деталей возникла уникальная ситуация, которая могла привести к срыву пуска агрегата до начала паводка и, соответственно, огромным материальным потерям. Не исключена была и опасность возникновения новой аварии вследствие пуска агрегата на холостой ход в пропеллерном режиме при лопастях рабочего колеса, закрепленных в положении максимального открытия. При отказе от такого рискованного пуска потребовалось бы снова произвести полный демонтаж агрегата для выяснения причины неисправности. Благодаря представителю службы надежности ЛМЗ удалось в считанные часы найти единственно правильное решение. Агрегат был запущен в эксплуатацию своевременно к началу паводка и работал без проблем.

Другой пример — в 1971 г. по причине сверхнормативных вибраций было введено ограничение по режимам работы агрегатов Серебрянских ГЭС РЭУ «Колэнерго». Вибрации начинались при работе на комбинаторе и достигали примерно 65% от номинальной мощности. Потери составляли до 1 млн руб. в год (в зависимости от его водности). Выяснение причин вибраций с целью их устранения велось узкой группой лиц (конструкторами отдела-проектировщика с привлечением консультантов из академических институтов) более трех лет, но к успеху не привело. Проблему удалось решить совместными усилиями службы надежности отдела водяных турбин ЛМЗ и группы ответственных работников РЭУ «Колэнерго» — заместителя главного инженера РЭУ В. Н. Мешкова, В. М. Палумбо и А. В. Миронова. После замены сегментного баббитового подшипника на подшипник с резиновым покрытием (сначала кольцевой, а затем сегментный) турбины стали работать нормально во всем диапазоне напоров и мощностей.

Устранение повышенной вибрации и её причин актуально всегда. Именно эксплуатация агрегата в условиях недопустимой вибрации, по мнению автора, стала технической первопричиной происшедшей катастрофы и гибели невероятно большого количества сотрудников Саяно-Шушенской ГЭС.

В ранее опубликованной статье автора [2] на основании фактических материалов обследования ряда ГЭС, собранных во время работы в отделе надежности ЛМЗ и в ЦКТИ (в период до 1989 г. включительно), доказано, что решение о пре-

кращении использования заводом резиновых подшипников, в частности по причине трещинообразования на облицовках, является ошибочным.

Увеличение случаев повреждения облицовок вала при использовании сегментных резиновых подшипников и в самом деле имеет место, но обусловлен этот дефект не подшипником, а совсем иными причинами. Так, на одной из ГЭС тяжелейшее повреждение облицовки вала одного из агрегатов произошло после 10,4 тыс. часов наработки, тогда как на девяти других агрегатах той же ГЭС никаких повреждений не было при наработке от 38 до 73 тыс. часов. На другой ГЭС повреждения облицовки различной тяжести наблюдались на отдельных агрегатах при наработке от 370 час. до 26 тыс. часов, в то время как на других агрегатах той же ГЭС повреждений не было и после 36 тыс. часов работы (на момент обследования).

Эти примеры со всей очевидностью показывают, что конструкция сегментного резинового подшипника сама по себе не является причиной повреждения облицовок валов. В то же время нельзя отрицать тот факт, что при сегментных подшипниках с водяной смазкой повреждения облицовки вала происходят значительно чаще, чем при использовании кольцевых. Из этого следует, что нужно искать и находить истинные причины нарушения целостности облицовок, решать проблему повышения надежности узла. Анализ причин, способствующих образованию трещин в тонкостенных облицовках вала, достаточно подробно проведен в упомянутой выше статье.

По мнению автора, стопроцентная в отношении трещинообразования надежность защитного покрытия вала может быть обеспечена применением толстостенной облицовки или наплавкой нержавеющей стали.

Наплавка, по мнению автора, уступает толстостенным облицовкам не только из-за сложности технологического процесса, но и его стоимости. Кроме того, в случае повреждения напавленного защитного покрытия в процессе длительной эксплуатации абразивными наносами всегда требуется полный демонтаж ротора турбины и транспортировка вала для его восстановления на заводе-изготовителе. Толстостенная же облицовка, в зависимости от ее конструкции и технологии изготовления вала, заложеной при проектировании, может быть выполнена в вариантах, обеспечивающих ее восстановление не только на заводе, но и непосредственно на ГЭС, в шахте турбины, т. е. без дорогостоящего и занимающего много времени демонтажа ротора агрегата. По мнению автора, такая свариваемая на валу (но без приварки к нему) толстостенная облицовка является наиболее перспективной конструкцией и значительно повышает надежность и ремонтопригодность гидроагрегата.

Уже упоминалось, что толстостенная облицовка вала турбины в комплекте с кольцевым резиновым подшипником была применена на опытном агрегате Волгоградской ГЭС и находилась в эксплуатации с 1961 г. В конструкцию облицовки была заложена и возможность замены ее в условиях ГЭС без демонтажа агрегата.

Использовали следующую технологию изготовления узла: четыре сектора облицовки собирались и сваривались на валу в цехе завода после их предварительной обработки. Сначала заготовки секторов вырезали из листовой прокатной нержавеющей стали с припусками по контуру листа и толщине. После фрезеровки по торцам (верхний и нижний в размер номинальной высоты облицовки, а боковые — по образующей) сектора устанавливали на карусельном станке в кольцо и обрабатывали по внутреннему диаметру (в размер вала под облицовку, а нижний торец — под фиксацию облицовки в соответствующей выточке на валу). Боковые торцы



секторов разделяли под сварку. С помощью специально прижимного приспособления сектора собирали в кольцо на валу. Нижний обточенный на конус край секторов фиксировали при этом в конической выточке, выполненной на валу со стороны его нижнего фланца, а верхний обжимали стальным биндажом толщиной 10 и шириной 60 мм. Сектора сваривали между собой в кольцо небольшим технологическим швом. После этого вал устанавливали на токарном станке и с одной установки выполняли окончательную (чистовую) мехобработку как торцов вала (под соединение с валом генератора и рабочим колесом турбины), так и диаметра облицовки под подшипник. Окончательный диаметр облицовки под подшипник — 1575 мм при номинальной ее толщине 35 мм.

Предполагалось, что в случае необходимости новый комплект облицовки будет изготовлен на заводе с использованием фальшвала, разрезан на сектора с соответствующей подготовкой кромок под сварку, доставлен на ГЭС и собран в шахте турбины на валу. После сварки секторов между собой останется лишь зачистить сварные швы заподлицо с диаметром облицовки.

Из-за незначительного конструктивного дефекта опытная облицовка вышла из строя меньше чем через год и подверглась ремонту на месте. Следующий отказ в ее работе произошел уже через 15 лет. Автору настоящей статьи довелось принять непосредственное участие в ремонте, а именно — выявить причину аварии и осуществлять техническое руководство восстановительными работами.

Нарушение целостности облицовки было обнаружено персоналом ГЭС при текущем ремонте. В верхней части облицовки между двумя ее секторами на заводском сварочном шве образовалась трещина длиной около 300 мм. Верхний край одного из секторов облицовки отошел от вала на величину около 1 мм. Резиновые сегменты подшипника имели лишь незначительные повреждения.

Было решено разрезать облицовку на сектора, заново подготовить кромки под сварку швом катетом 16 мм, установить сектора нижним краем в выточку на валу, поджать к нему распорными болтами, сварить в кольцо, сварочные швы зачистить.

После разборки облицовки на сектора было обнаружено, что катет заводского сварочного шва между ними составлял после окончательной заводской мехобработки всего 2–3 мм. Это отчетливо просматривалось по следам фрезерной обработки на торцах секторов. Удивительно, но столь малый сварочный шов между секторами обеспечил безаварийную работу облицовки в течение 15 лет. Тем более что в дальнейшем (после того, как отремонтированную и подготовленную под сварку облицовку поджали распорными болтами к валу) выяснилось, что угловая часть одного из секторов, между которыми была обнаружена трещина, утоплена по отношению к другому на величину до 0,65–0,7 мм. Таким образом, стала ясна и причина возникновения трещины — угол одного из секторов облицовки в процессе изготовления на заводе был недожат к валу на величину около 0,7 мм, что и привело со временем к возникновению усталостной трещины.

Облицовка была восстановлена по указанной выше технологии. Сварка четырех секторов в кольцо осуществлена швами катетом 16 одновременно четырьмя сварщиками. Места сварки зашлифованы заподлицо с диаметром облицовки и проконтролированы по дуге шаблоном. Отступления от шаблона допускались только в минус. Отклонение угла одного из секторов облицовки в минус от ее номинального диаметра оставлено без изменений. Поскольку в этой турбине был применен направляющий подшипник кольцевого типа, на работе агрегата в дальнейшем это никак не отразилось.

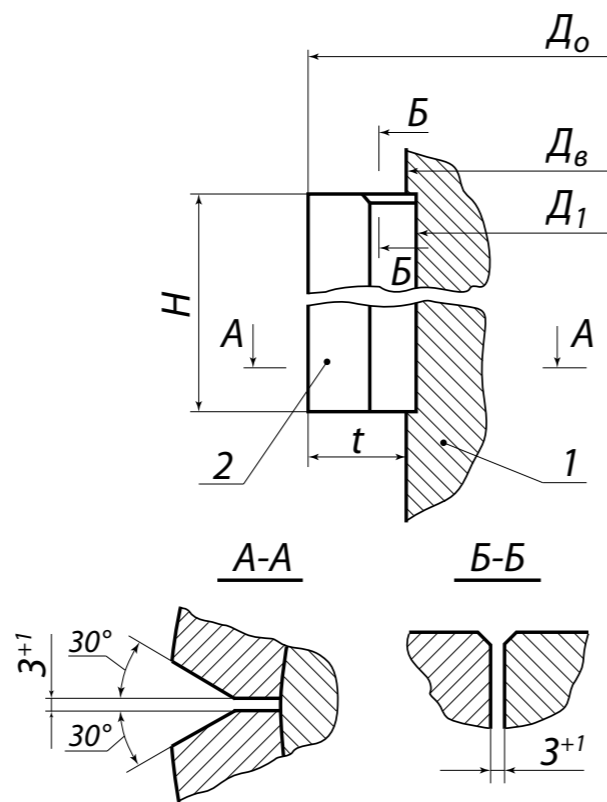


Рис. 1. Толстостенная облицовка вала турбины

Опыт, полученный на Волгоградской ГЭС, пригодился автору после перехода на работу в ЦКТИ, когда появилась возможность посещать, обследовать и анализировать работу многих ГЭС страны, в том числе имеющих сегментные резиновые подшипники. Результатом стала разработка нового варианта толстостенной облицовки. Он отличается от описанной выше опытной облицовки как конструктивно, так и по технологии изготовления. Есть все основания полагать, что при наличии на заводе современного станочного оборудования и квалифицированного технологического персонала предлагаемая конструкция обеспечит не только высочайшую (практически стопроцентную) надежность облицовки вала турбины в процессе эксплуатации, но и возможность замены ее в условиях ГЭС (например, по причине чрезмерного износа) без разборки ротора агрегата.

На рис. 1 показана толстостенная облицовка вала турбины, собранная на валу под сварку (в условиях завода или в шахте турбины). Вал турбины диаметром  $D_v$  имеет выточку диаметром  $D_1$ , которая меньше диаметра тела вала на 8–10 мм. Высота выточки на валу равна высоте облицовки  $H$ . Наружный диаметр облицовки  $D_o$  соответствует диаметру подшипника. На виде А-А показана разделка кромок секторов облицовки по образующей цилиндрической поверхности вала под сварку между собой, а на виде Б-Б — разделка уплотнительного шва по верхнему торцу секторов. Рекомендуемые величины: толщина  $t$  облицовки 24–36 мм; катет силового шва по образующей 16–18; катет уплотнительного шва по верхнему торцу 3–4.

Технология изготовления секторов облицовки и их сварки на валу отличается от той, что была использована на опытном агрегате Волгоградской ГЭС, следующими принципиальными моментами:

1. После обработки секторов по торцам и установки их в кольцо на планшайбе карусельного станка выполняется их ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ мехобработка как по внутреннему диаметру  $D_1$  (под выточку вала), так и наружному  $D_o$  (чистовая под турбинный подшипник). При этом должны быть технологически обеспечены:

- зеркальная чистота поверхности наружного диаметра;
- минимальные отклонения по толщине секторов (для подшипников сегментного типа — не более 0,01 мм, а еще лучше 0,005 мм).

2. После установки вала на токарном станке окончательная обработка обоих его торцов и выточки под толстостенную облицовку должны быть выполнены с одной установки.

Возможен и другой вариант изготовления секторов: их вырезают из листового проката с припусками по контуру и толщине, после обработки по боковым торцам сваривают в кольцо и подвергают термообработке. Кольцо устанавливается на карусельном станке, протачивают по верхнему торцу, кантуют, окончательно обрабатывают по внутреннему диаметру  $D_1$ , наружному  $D_o$  (зеркальная чистота) и, после кантовки, по второму торцу в чистовой размер по высоте  $H$ . После этого деталь разрезают (в зависимости от диаметра) на четыре сектора с подготовкой кромок под сварку в соответствии с видами А-А и Б-Б. Сборку секторов на валу выполняют с помощью кольцевого приспособления, обеспечивающего надежное поджатие их к валу. Поджим следует вести от середины секторов к краям. Особое внимание следует обратить на правильность установки зазоров между секторами и обязательность одновременного и равномерного (четыре шва четырьмя сварщиками) наложения не менее трех первых проходов сварочных швов между ними. Только правильно подобранная технология сварки позволит обеспечить обтяжку толстостенной облицовки на валу на уровне необходимой прессы посадки и избежать сильного перегрева и разрыва швов, как это происходит иной раз при заварке замкнутого сварочного контура.

После того как завод заканчивает изготовление и поставку всех турбин серии, приспособление передается на ГЭС. При соблюдении указанных выше требований сварка секторов между собой на валу может быть успешно проведена и в условиях ГЭС (в шахте турбины без разборки агрегата).

Для кольцевых подшипников приемлемы оба описанных выше технологических варианта. Для сегментных резиновых подшипников второй вариант предпочтительнее, т. к. позволяет свести к минимуму отклонения по толщине облицовки, а, следовательно, и биение вала после сварки на нем облицовки в условиях ГЭС. Окончательное решение по выбору варианта может быть принято совместно с заводскими специалистами-технологами.

Чрезвычайно высокие требования к отклонению по толщине облицовки для сегментных резиновых подшипников (так же, кстати, как и баббитовых) обусловлены тем, что они чрезвычайно чувствительны к биению линии вала, которая определяется при монтажной прокрутке вала во время окончательного монтажа ротора агрегата. Повышенное биение отрицательно сказывается на работе подшипника, т. к. увеличивает динамическую нагрузку на опорные узлы сегментов и ведет к ускоренному расклепыванию их контактных деталей и необходимости сверхплановых регулировок зазоров. Как уже отмечалось, динамические нагрузки на опорные узлы сегментов в сегментных резиновых подшипниках намного больше, чем на аналогичные узлы сегментов с баббитовым покрытием. Объясняется это тем, что в баббитовых подшипниках изменение зазора при вращении вала происходит между сегментом и валом. С уменьшением зазора удель-

ные давления в масляном клине между этими деталями и сила сопротивления намотки вала на сегмент увеличиваются, гася инерцию вала аналогично сопротивлению, оказываемому пружиной сжатия при ее сжатии [5 и др.]. В резиновых же подшипниках сегмент ПРИСАСЫВАЕТСЯ к валу и перемещается заодно с ним в пределах величины биения вала. При вращении вала изменение зазора происходит между сухарем на тыльной стороне сегмента и опорной деталью на корпусе подшипника. Этот факт был установлен инженером М. А. Цветковым и автором еще при проведении натурального эксперимента на опытном подшипнике Нарвской ГЭС [6]. Через иллюминатор отчетливо просматривалось, как сегмент, словно прилипший к валу, перемещается в радиальном направлении вместе с ним. Никакого затормаживания вала при сближении двух закаленных стальных деталей опорного узла в воде, вязкость которой в десятки раз меньше вязкости масла, естественно, быть не может. Одна из мер по снижению величины инерционной составляющей нагрузки на сегменты (помимо снижения, например, гидравлического и весового небалансов) — уменьшение до минимума величины биения вала на работающем агрегате. В том числе обеспечение минимального биения линии вала при монтаже ротора агрегата. Сокращение допуска по отклонению толщины облицовки от номинала в процессе изготовления облицовки, безусловно, улучшает этот показатель.

Кстати, есть все основания полагать, что сегментные резиновые подшипники могут нормально работать с нулевым зазором. Еще в конце 1980-х гг., по свидетельству сотрудников РЭУ «Колэнерго», дежурные инженеры оперативного персонала Серебрянской ГЭС отчетливо услышали однажды на одном из агрегатов короткий удар металла по металлу. Осмотр агрегата показал, что работает он нормально, только биение вала стало равным нулю. Остановку агрегата для ревизии подшипника провели только после прохождения пика нагрузки в энергосистеме. Оказалось, что сломался один из болтов, на которых держатся подвесные, подвижные клинья механизма регулировки зазоров в подшипнике. Один клин упал вниз, до упора в неподвижный клин. Никаких других повреждений подшипника обнаружено не было. Этот факт привел автора к мысли, что сегментные резиновые подшипники могут успешно работать с нулевыми зазорами, а контакт между опорными закаленными стальными деталями опорного узла можно осуществлять в паре плоскость по плоскости. Напомню, что до этого во всех проектах применяли контактную пару сфера по плоскости (как это всегда было в сегментных баббитовых подшипниках), только в подшипнике для Саяно-Шушенской ГЭС впервые была использована пара цилиндр по плоскости. В начале 1990-х гг. автором были разработаны два проекта с опорной парой плоскость по плоскости для действующих ГЭС, однако внедрить их не удалось из-за начавшейся перестройки.

Что касается толстостенных облицовок, предназначенных для работы в комплекте с кольцевыми резиновыми подшипниками, то к ним требования по отклонениям толщины могут быть намного мягче. В подшипниках такого типа изменение зазора происходит между облицовкой вала и цилиндрической поверхностью собранных в кольцо резиновых сегментов. Вал перекачивается по этому цилиндру один раз за три-четыре оборота, и динамическая нагрузка в месте контакта намного меньше, чем в подшипниках сегментного типа. На одной из крупных отечественных ГЭС, оснащенных турбинами поворотного типа, автор был свидетелем, когда биение в подшипнике превышало 2 мм, но на работе агрегата (длительной, по утверждению эксплуатационного персонала) это никак не отражалось. Данный факт не означает,



что эксплуатация кольцевых подшипников при биении вала, превышающем установленные нормы, является нормальной и допустимой. При увеличении биения вала, безусловно, следует осуществлять переборку подшипника, т. к. отклонение от нормы может привести к отказам в работе других узлов агрегата. К примеру, на той же ГЭС сверхнормативное биение вала в генераторном подшипнике привело со временем к необходимости ремонта агрегата из-за образования трещин усталостного характера в штангах рабочего колеса.

Необходимость в замене облицовки вала на действующих ГЭС, как показала практика, может возникнуть в следующих случаях:

- а) образование многочисленных, не подлежащих ремонту трещин;
- б) абразивный износ поверхности облицовки;
- в) сгорание резины подшипника, приведшее к неисправимым повреждениям облицовки и необходимости ее восстановления в заводских условиях.

а) Как показал опыт эксплуатации опытного подшипника первого агрегата Волгоградской ГЭС, опасность возникновения трещин на толстостенной облицовке, при соблюдении необходимых требований к технологии ее обтяжки на валу и сварке, практически близка к нулю. На агрегатах, оснащенных подшипниками с обрешеченными сегментами и валами с тонкостенными облицовками, сегменты присасываются к валу, а обеспечить прессовую посадку (обтяжку) тонкостенной облицовки по валу практически невозможно. Удельные нагрузки на единицу площади облицовки в сегментных подшипниках не менее чем в 5 раз выше в сравнении с кольцевыми, а количество циклов нажатия за один оборот вала как минимум в 3–4 раза больше (нажатие происходит при переходе облицовки с одного сегмента на другой). Именно последние два обстоятельства оказывают, по-видимому, решающее влияние на образование усталостных трещин. На разных агрегатах одной и той же ГЭС дефекты проявляются по-разному, проконтролировать одинаковое качество обтяжки тонкостенной облицовки на заводе практически невозможно, а динамические нагрузки на сегменты подшипника связаны во многом с конкретными особенностями монтажа каждого из агрегатов. Обеспечить высокое качество обтяжки толстостенной облицовки (на уровне прессовой посадки) при соединении ее секторов на валу мощными сварочными швами несравненно легче, а для появления усталостных трещин в толстослойном металле потребуется во много раз больше нагрузочных циклов. При соблюдении общеизвестных требований к технологии изготовления толстостенных облицовок вероятность появления в них трещин усталостного характера исключительно мала.

б) В сегментных резиновых подшипниках вода в ванне необходима практически только для смазки. Расход воды нужен, скорее, для компенсации протечек через уплотнения ванны подшипника, чем для удаления выделяемого в процессе работы подшипника тепла. В этих условиях не составит проблемы обеспечить подшипник водой, прошедшей тонкую очистку (такую, например, как в городском водопроводе, снабжающем водой население), и исключить тем самым всякую возможность абразивного износа облицовки. Отсюда следует, что абразивного износа облицовки можно легко избежать даже на реках с высоким содержанием абразивных взвесей. Если же после многих лет эксплуатации незначительный износ облицовки вала будет иметь место, устранить его можно с помощью специального станочного оборудования, устанавливаемого на вал и удаляющего тонкий поврежденный слой непосредственно

в шахте турбины. Такое оборудование уже в конце 1970-х гг. успешно использовалось ремонтными организациями (к примеру, в РЭУ «Колэнерго»). С учетом этих обстоятельств сегментные резиновые подшипники, возможно, и не нуждаются в облицовках вала, которые можно было бы менять в условиях ГЭС.

в) Сгорание подшипника возможно лишь при обезвоживании его ванны. Такие случаи имели место в практике эксплуатации кольцевых резиновых подшипников чрезвычайно редко (например, из-за засорения напорного трубопровода водоснабжения подшипника дрейссеной). Избежать обезвоживания в сегментном подшипнике можно за счет установки быстродействующей автоматики, реагирующей на снижение уровня в ванне подшипника немедленным открытием трубопровода, обеспечивающего аварийное заполнение и временное питание ванны водой любого качества, например, речной.

По мнению автора, приведенные выше факты дают все основания сделать следующие выводы:

1. Резиновые подшипники гидротурбин, в том числе и сегментные, были и поныне остаются успешным и перспективным достижением отечественного гидротурбостроения. Отказ от дальнейшего их развития и использования необоснован и ошибочен. Работы по доведению надежности сегментных резиновых подшипников до мировых стандартов следует продолжить.

2. Любая заинтересованная в прогрессе конструкторская организация должна иметь службу надежности, укомплектованную специалистами, обладающими всесторонним практическим опытом и знаниями. В гидротурбостроении это конструирование, технология мехобработки и сварки, монтаж, расчеты прочностные и гидравлические, вопросы эксплуатации и модернизации оборудования, расследование и анализ причин отказов и аварий, лабораторные и натурные исследования. Только такая служба позволит объективно изучать и анализировать опыт и отдаленные результаты эксплуатации ранее изготовленного и находящегося в эксплуатации оборудования, используя этот опыт для совершенствования вновь проектируемых турбин. Отсутствие такой службы в значительной степени снижает возможности предприятия по улучшению качества выпускаемой продукции и повышению ее конкурентоспособности на мировом рынке.

#### Литература

1. Майзель Ю. П. Повышение надежности сегментных резиновых подшипников гидротурбин. Труды ЦКТИ, 1990, вып. 267, стр. 36–45.
2. Майзель Ю. П. Анализ повреждений облицовок валов гидротурбин и пути повышения их надежности. Труды ЦКТИ, 1990, вып. 267, стр. 72–79.
3. Ковалев Н. Н. Гидротурбины. Л.: Машиностроение, 1971.
4. Грановский С. А., Малышев В. М., Орго В. М., Смоляров Л. Г. Конструкции и расчет гидротурбин. Л.: Машиностроение, 1974.
5. Гальперин М. И., Андриенко Б. К., Майзель Ю. П. Подшипники гидротурбин. М.: Энергоатомиздат, 1986.
6. Майзель Ю. П. Система смазки и охлаждения резиновых подшипников валов вертикальных гидротурбин и ее влияние на надежность подшипника // Гидротехника. 2010. № 3 (20).

## HYDROVISION RUSSIA Выставка и конференция 5 – 6 марта 2013 Экспоцентр, Москва, Россия

Совместно с:



## Где отрасли соединяются

Менее чем за три года Выставка и Конференция HydroVision Russia стала одним из ведущих мероприятий для иностранных и российских профессионалов гидроэнергетической отрасли.

Выставка и Конференция проходит при активной поддержке ОАО «РусГидро», крупнейшей гидрогенерирующей компании России и второй по мощности в мире, и объединяет ведущих специалистов отрасли.

Гидроэнергетика является важнейшей составляющей всего энергетического комплекса России: на нее приходится до 20% выработки всей энергии в стране. С одной стороны это дает возможности для дальнейшего развития ТЭК, а с другой – дополнительные требования к индустрии: повышение надежности и эффективности действующих гидроэлектростанций.

HydroVision Russia собирает вместе российских и международных экспертов гидроэнергетического сектора для обмена идеями, выявления трудностей и разработки практических решений проблем отрасли сегодня и в будущем.

В течение двух дней Конференция HydroVision Russia, которая пройдет на 2 языках, объединит профессионалов отрасли из Австрии, Канады, Финляндии, Франции, Германии, Ирана, Норвегии, Румынии, России, Словении, Швейцарии и США для обмена информацией и экспертным мнением по широкому кругу вопросов.

Выставка HydroVision Russia, которая станет самой большой в истории, даст участникам уникальные возможности взаимодействия с ведущими поставщиками услуг и оборудования из России и других стран мира.

Присоединяйтесь к нам на HydroVision Russia 2013 – гидроэнергетическом мероприятии, где отрасли соединяются.

Для получения более подробной информации о том, как вы можете принять участие в HydroVision Russia, пожалуйста, посетите веб-сайт мероприятия [www.hydrovision-russia.net](http://www.hydrovision-russia.net) или свяжитесь с местным представителем PennWell:

Россия и СНГ:  
Наталья Гайсенко  
Т: +7 499 271 93 39  
Ф: +7 499 271 93 39  
[nataliag@pennwell.com](mailto:nataliag@pennwell.com)

[www.hydrovision-russia.com](http://www.hydrovision-russia.com)

Собственник и  
устроитель:



При поддержке:



Представлено:





## ЭФФЕКТИВНАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ

*The article tells about Penetron — a common name for the materials for waterproofing of built-up and monolithic concrete and reinforced concrete structures. These unique materials can protect concrete structures for the entire period of exploitation. The world brand on the Euroasian continent is represented by Group of companies «Penetron-Russia». Under license and Penetron Int. control Russian holding company produces full range of Penetron materials. Materials are certified in the CE.*

Группа компаний «Пенетрон-Россия» — производитель и поставщик всемирно известной проникающей гидроизоляции «Пенетрон».

В 2005 г. ГК «Пенетрон-Россия» наладила собственное производство материалов системы «Пенетрон» в Екатеринбурге. Современное предприятие работает по лицензии и под контролем американской корпорации Penetron International. Три производственные линии позволяют выпускать до 30 тыс. т готовой продукции в год. Система контроля качества сертифицирована по последним стандартам ISO. Вся продукция завода соответствует требованиям Евросоюза, что подтверждено сертификатом CE. В 2009 г. совместно с американскими партнерами Группа компаний «Пенетрон-Россия» ввела в строй еще один завод — в Германии. Предприятие специализируется на производстве инъекционных материалов.

Группа компаний «Пенетрон-Россия» реализует продукцию через свои представительства и масштабную дилерскую сеть, которая насчитывает более двухсот компаний во всех крупных городах России, в странах ближнего и дальнего зарубежья. Наличие собственных логистических центров позволяет компании осуществлять бесперебойные поставки материалов в любую точку Европы и Азии.

Материалы «Пенетрон» эффективны, экономичны и просты в использовании. Уже много лет они с успехом применяются при строительстве, реконструкции и ремонте объектов водоснабжения и водоотведения по всей России и за рубежом.

### ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ — ЭТО «ПЕНЕТРОН»

«Пенетрон» — это уникальная проникающая гидроизоляция, формула которой была разработана полвека назад в США. С тех пор «Пенетрон» используют для реализации самых амбициозных проектов. С его помощью возводят величественные плотины и высочайшие небоскребы, строят и реконструируют важнейшие объекты инфраструктуры и ЖКХ. За 50 лет применения «Пенетрон» показал свою безупречную эффективность: он действительно обеспечивает стопроцентную водонепроницаемость бетона. Обеспечивает навсегда.

«Пенетрон» — это общее название системы материалов для гидроизоляции сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Принцип действия проникающей гидроизоляции «Пенетрон» очень прост: активные химические компоненты материала проникают в бетон на глубину до 1 м и вызывают реакции, в ходе которых капилляры, микротрещины и поры бетона заполняются нерастворимыми кристаллами. Бетон становится абсолютно водонепроницаемым. Кроме того, он приобретает способность самозалечиваться: если со временем в бетоне появляются микротрещины раскрытием до 0,4 мм, в которые проникает вода, действие кристаллов возобновляется, что обеспечива-

ет восстановление гидроизоляции бетона. Все эти свойства сохраняются на протяжении всего срока службы бетонных конструкций.

Важно, что материалы системы «Пенетрон» можно использовать на всех стадиях строительства и эксплуатации объектов. Добавка «Пенетрон Адмикс» поможет приготовить бетонную смесь, которая не нуждается в дополнительной гидроизоляции, что позволяет сэкономить значительные средства. Эта добавка незаменима на стадии изготовления и заливки бетонных конструкций и сооружений. Для устройства новой и восстановления нарушенной гидроизоляции применяют материал проникающего действия «Пенетрон» и шовный материал «Пенекрит», а также материалы для устранения напорных течей «Пенеплаг» и «Ватерплаг».

Материалы системы «Пенетрон» экономичны, удобны и просты в использовании, выгодно отличаются по соотношению цена/качество, полностью соответствуют самым строгим стандартам и имеют все необходимые сертификаты. Их качество и эффективность подтверждаются многочисленными дипломами, отзывами и заключениями экспертных организаций.

### ВОТ УЖЕ 50 ЛЕТ МАТЕРИАЛЫ «ПЕНЕТРОН» ПРИМЕНЯЮТСЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ, РЕМОНТЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ САМЫХ ВАЖНЫХ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ. ЭТО АТОМНЫЕ И ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛИ, МЕТРОПОЛИТЕНА, ТОННЕЛИ, ШАХТЫ И, КОНЕЧНО ЖЕ, ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ. НАЗОВЕМ ЛИШЬ НЕКОТОРЫЕ ИЗ НИХ:

• **Саяно-Шушенская ГЭС.** Выполнена гидроизоляция верхнего и нижнего бьефа, а также перекрытий помещений гребня плотины, кабельных секций машинного зала, водовода гидроагрегата № 2 с применением всей линейки материалов «Пенетрон».

• **Каскад Кубанских ГЭС.** Устранение напорных течей на Егорлыкской, Куршавских, Барсучковских ГЭС. На Егорлык-

ской ГЭС с применением гидропрокладки «Пенебар» выполнена герметизация «холодных» швов. На Куршавских ГЭС осуществлен ремонт швов подающих напорных железобетонных трубопроводов.

• **Карабашская ГЭС.** При реконструкции донного выпуска для ликвидации активных протечек и гидроизоляции бетонных конструкций использовались материалы «Пенетрон», «Пене-



Рис. 1. Саратовская ГЭС



Рис. 2. Каскад Кубанских ГЭС



Рис. 3. Саяно-Шушенская ГЭС

крит», «Пенеплаг», добавка «Пенетрон Адмикс». В результате проведенных работ активные протечки прекратились, капиллярный подсос влаги устранен.

• **Яйвинская ГРЭС.** Гидроизоляция однонального парогазового энергоблока мощностью 400 МВт. С применением материала проникающего действия «Пенетрон» и шовного состава «Пенекрит».

• **Саратовская ГЭС.** Гидроизоляция лифтовых шахт производилась на глубине 13–15 м ниже уровня верхнего бьефа внутри помещений шахт. Протечки полностью устранены с помощью быстротвердеющего материала «Пенеплаг», шовного состава «Пенекрит» и материала проникающего действия «Пенетрон».

**Основные преимущества проникающей гидроизоляции «Пенетрон»:**

- обработанный бетон приобретает способность к самозалечиванию;
- применение материалов позволяет повысить класс водонепроницаемости бетонных и железобетонных конструкций не менее чем на четыре ступени;
- применение материалов позволяет обеспечить долговечную гидроизоляцию — на весь срок службы бетонного сооружения;

- материалами можно обрабатывать как внутренние, так и наружные стороны конструкции, независимо от направления давления воды;
- технология применения материалов не требует сложной и длительной подготовки поверхности;
- в случае механического повреждения обработанной поверхности гидроизоляционные и защитные свойства бетонной конструкции не меняются;
- материалы применяются при воздействии гидростатического давления;
- материалы просты в использовании, следует лишь четко соблюдать инструкции по применению;
- обработанный бетон сохраняет паропроницаемость;
- обработанный бетон приобретает коррозионную стойкость к воздействию химических веществ;
- использование материалов позволяет повысить морозостойкость и прочность бетона;
- материалы применяются в строящихся и эксплуатируемых сооружениях;
- материалы не токсичны, не горючи, не взрывоопасны;
- материалы сертифицированы Госсанэпиднадзором РФ для применения в резервуарах с питьевой водой.

Более подробную информацию о материалах системы «Пенетрон» можно получить на сайте [www.penetron.ru](http://www.penetron.ru).



Группа компаний «Пенетрон-Россия»  
г. Екатеринбург, площадь Жуковского, 1,  
тел. +7 (343) 217-0202

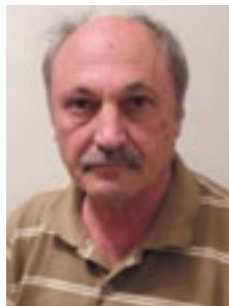
Представительство в Москве  
г. Москва, Рязанский проспект, 24, стр. 2,  
тел. +7 (495) 660-5200  
[www.penetron.ru](http://www.penetron.ru)



## АБСТРАКТНАЯ «БЕЗОПАСНОСТЬ»



**Мельник Г. В.,**  
начальник отдела научных исследований и экспериментального проектирования ОАО «Гипроречтранс», почетный транспортный строитель, почетный работник речного флота РФ



**Школьников С. Я.,**  
ведущий научный сотрудник «НТЦ «Гидротехбезопасность»

*There are evaluation of modern situation on objects of inland waterways of Russia and plan of safety measures on them in the article. The authors suggest specific proposals to amend the existing regulatory framework regulating exploitation of shipping waterworks.*

Бесконечные заклинания на тему безопасности «всего и вся» стали «общим местом» и давно не имеют никакого отношения к действительно существующей проблеме. При этом тема безопасности является одной из самых популярных тем, которой с удовольствием занимаются или рассуждают о ней политики и депутаты, чиновники и технические специалисты, журналисты и пр. и пр. В стороне стоят только ленивые. Интерес к этой теме то затихает, то вновь поднимается при каждой новой аварии, как в старые добрые времена носит характер кампаний (вспомните замечательную повесть Ф. Искандера «Созвездие Козлотура»).

Последний всплеск интереса недавно проявили депутаты Государственной думы, обсуждая в январе 2012 г. проект федерального закона «О внесении изменений в отдельные акты Российской Федерации» с целью повышения эффективности государственного регулирования в сфере внутреннего водного транспорта и обеспечения безопасности судоходства на внутренних водных путях. Как обычно все идеи, сформулированные чиновниками Минтранса, свелись к предложениям по организации очередного административного передела функций и созданию новых надзирающих структур. Вряд ли даже авторы этих предложений верят в их плодотворность и адекватность современной ситуации. Но, судя по всему, это никого не беспокоит, за неудачные управленческие решения у нас не отвечают. Никто не оглянется назад и не признает, что все административные преобразования, которые много лет проходят в стране, приводят к негативному эффекту. Нет ответа на вопрос, зачем надо было разваливать Судоходную инспекцию, чтобы затем, много лет спустя, искать ей замену. Причем искать весьма оригинальным способом, организуя новые структуры на основе существующих ГБУ ВПиС, выполняющих совсем другие функции. Им еще этого не хватало. Аналогичные ситуации у нас уже были. В частности, на основе Речного регистра в недавнем прошлом создали региональные подразделения Ространснадзора, обвязав их контролировать не безопасность судов, которыми они всегда занимались, а безопасность сооружений. Кстати, сейчас в главном управлении Речного регистра действует так называемый Центр безопасности судоходных гидротехниче-

ских сооружений, выполняющий функции подготовки справок и сводок для министерских структур. Эти функции гордо именуется мониторингом безопасности судоходных гидротехнических сооружений.

**Очевидно, что у нас в стране отсутствует системный подход к проблеме безопасности.** Это подтверждает и недавнее трагическое событие, когда в результате чрезвычайно сильных дождей, прошедших на территории Краснодарского края 7 июля сего года, в зоне г. Новороссийска прошел исключительно сильный дождевой паводок, приведший к гибели большого количества людей в городах Крымске, Новороссийске и Геленджике, крупномасштабным разрушениям и значительным материальным ущербам.

Все опять заговорили о безопасности, но, как всегда, акцент вновь делается на административных решениях. Хотя очевидно, что для разработки мероприятий по предупреждению столь крупномасштабных последствий таких стихийных бедствий прежде всего необходимо провести анализ произошедшего, широко ознакомить с ним специалистов в области гидротехники, МЧС, представителей местных администраций и др.

К сожалению, такая работа систематически не ведется. Мало того, имеется тенденция засекречивать данные о прошедших катастрофах и результаты проводящихся прогнозных исследований о возможных наводнениях и гидродинамических авариях. Так, осталось практически не описанным в специальной гидротехнической литературе крупное наводнение на Северном Кавказе в июне-июле 2002 г., охватившее Краснодарский и Ставропольский края, республики Адыгею, Дагестан, Ингушетию, Кабардино-Балкарию, Карачаево-Черкессию, Северную Осетию — Аланию, 246 населенных пунктов. В результате наводнения погибло более ста человек, было разрушено 269 мостов, материальный ущерб превысил 15 млрд руб. [интернет-ресурс «О Кубани.ру». 11.09.2010].

С нашей точки зрения, столь крупномасштабная катастрофа должна была быть подробно исследована и описана; она заслуживала того, чтобы по ее материалам были опубликованы специальные монографии; на основе данных о ней должны были быть созданы подробные компьютерные модели и тренажеры, на которых происходило бы обучение специалистов и студентов, проводились бы деловые игры. Ничего подобного создано не было, и одной из причин беспомощности местных органов власти при экстремально высоком дождевом паводке 2012 г. была их слабая профессиональная подготовка и недостаточная информированность. Данные о наводнении 2002 г., по-видимому, для специалистов практически безвозвратно утеряны, т. к. лица, способные собрать соответствующую информацию, привлекались к таким работам в минимальном количестве.

Представляется крайне важным в настоящее время организовать сбор насколько возможно более точной информации о ходе катастрофического паводка 2012 г. в зоне г. Новороссийска, привлекая к этой работе специалистов по инженерным наукам, широко опубликовать ее, привлечь авторитетных специалистов по гидрологии, численному гидравлическому моделированию, гидротехнике — для создания на основе осмысления опыта произошедшей катастрофы учебных пособий и тренажеров. С использованием этой и другой доступной информации об авариях необходимо разработать планы организации территории в зонах возможного затопления, провести отселение жителей из зон катастрофического затопления, выработать требования к жилым и производственным строениям, расположенным в таких зонах. Также следует организовать обучение работников гидротехнических сооружений, дорожных служб, местных органов власти и т. д. поведению при аналогичных катастрофах.

Отдельно следует сказать о нормативной базе. В настоящее время действие значительной части СНиП прекращено. В Градостроительном кодексе отсутствуют конкретные требования по инженерной защите населенных пунктов. По-видимому, должен быть введен некоторый нормативный акт, регламентирующий этот вопрос.

**Отсутствие системного подхода к безопасности ярко иллюстрирует и положение с безопасностью объектов инфраструктуры внутреннего водного транспорта, в том числе судоходных (далее по тексту СГТС) и портовых гидротехнических сооружений. Здесь борьба за «безопасности» приняла совершенно абсурдные формы, поскольку чиновники абсолютно не понимают, что бороться надо не за абстрактную безопасность, а с теми факторами, которые определяют то или иное состояние объекта.**

Учет всей совокупности факторов, в общем виде определяющих состояние объекта, не представляет трудностей. Общая модель системы как абстракции реального объекта обычно задается кортежем, состоящим из следующих конечных множеств: входных сигналов (1); переменных внутреннего состояния (2); переменных внешних воздействий (3); выходных сигналов (4). Первое множество отражает управляющие воздействия, к которым относится и система эксплуатации, второе — внутреннее состояние элементов, компонент и подсистем объекта, третье — внешние воздействия (в т. ч. нагрузки). Первые три множества однозначно задают текущее состояние объекта и позволяют оценить степень уверенности в появлении той или иной опасности (в частности, аварии). Четвертое множество позволяет решать задачу контроля объекта, в которую входит и поставленная нами задача контроля его состояния.

Для обеспечения безопасности объекта определяющим является множество входных сигналов, т. е. управляющие воздействия. Оставим пока в стороне систему эксплуатации. Обратим внимание на входные сигналы более высокого уровня, поскольку собой именно в них сводит на нет всю выстраиваемую в настоящее время систему обеспечения и контроля безопасности. Хотя было бы несправедливо не отметить, что именно благодаря специалистам, которые на уровне ГБУ ВПиС, районов гидросооружений и судоходства и непосредственно конкретных объектов осуществляют их эксплуатацию, наши сооружения еще работают. Именно благодаря этим людям, но вопреки всему тому, о чем будет сказано ниже.

Итак, структура управляющих воздействий высокого уровня в первом приближении состоит из следующих компонентов (приведенная последовательность вовсе не означает, что какому-то из них отдается приоритет):

1. Обеспечение функционирования современной нормативной базы проектирования и эксплуатации сооружений.
2. Организация и финансирование проектирования строительства новых, а также реконструкции и ремонта существующих сооружений.
3. Организация и финансирование системы государственного надзора за безопасностью сооружений.
4. Определение стратегического направления развития отрасли.
5. Обеспечение системы эксплуатации сооружений квалифицированными кадрами, а также обеспечение этих кадров достойной зарплатой.
6. Организация и финансирование работ по строительству новых, а также реконструкции и ремонту существующих сооружений.

Это упрощенное представление структуры управляющих воздействий не охватывает всех ее элементов и взаимосвязей, однако анализ компонентов даже такой модели позволяет сделать некоторые выводы.

# 4.

78–90

## ВНУТРЕННИЕ ВОДНЫЕ ПУТИ. РЕЧНЫЕ ГТС



### 1. Обеспечение функционирования современной нормативной базы проектирования и эксплуатации сооружений.

Сколько копий было сломано в связи с вводом в действие ФЗ «О техническом регулировании». Возражение вызвала основная идея закона, согласно которой для обеспечения «неуклонного прогресса и развития» существующие нормативные документы (ГОСТ, СНиП и пр.) объявлялись тормозами этого «неуклонного прогресса и развития», сдерживающими инициативу инженерно-технических кадров и по этой причине необязательными к применению. Как обычно, все мотивировалось ссылками на мировой опыт. Предлагалось оставить обязательными к применению только те положения нормативных документов, которые напрямую связаны с обеспечением безопасности сооружений (с трудом могут представить хоть какое-то положение СНиП или ГОСТ, которое не влияет на безопасность), создав на основе этих положений комплекс технических регламентов. Практически вся научно-техническая общественность выступила против. Многие вспоминают публикации на эту тему и письма в самые высокие инстанции за подписями действительно уважаемых людей. Но ничто не поколебало уверенности чиновников в том, что только они знают, в чем заключается истина. И началось создание технических регламентов. Шло оно по обычному пути с использованием метода «ножниц и клея», и брались за эту благодарную работу не всегда самые квалифицированные кадры. В итоге «пар ушел в свисток», и тексты технических регламентов использовать для обеспечения безопасности невозможно, там одни благие пожелания. По этой причине был подготовлен перечень ранее действовавших нормативных документов, использование которых признавалось все же обязательным для выполнения требований технических регламентов.

Попытка реформирования нормативной базы не только не отразилась положительно на безопасности, но создала определенные проблемы. Остановлюсь только на одном документе — «Техническом регламенте о безопасности объектов внутреннего водного транспорта». Сначала об общей проблеме. Документ введен в действие без необходимых ссылок на национальные стандарты и своды правил, которые должны были быть разработаны до введения его в действие и использование которых обеспечивает исполнение требований Технического регламента. Использование же ранее действующих отраслевых документов по эксплуатации сооружений в соответствии с ФЗ «О техническом регулировании» является неправомерным. Правда, нельзя не отметить, что один стандарт, а именно ГОСТ Р 54523-2011, который вводится в действие 1 марта 2012 г., все же появился. Но он опять-таки создал больше проблем, по крайней мере, в области объектов внутреннего водного транспорта (об этом ниже).

Теперь по сути «Технического регламента о безопасности объектов внутреннего водного транспорта», который устанавливает обязательные для применения и исполнения необходимые требования к безопасности объектов технического регулирования. К объектам регулирования относятся: объекты внутреннего водного транспорта (суда различных типов и пр.) и связанные с ними процессы, а также объекты инфраструктуры внутреннего водного транспорта и связанные с ними процессы. К объектам инфраструктуры внутреннего водного транспорта относятся: судовые ходы, средства навигационного оборудования, перегрузочные комплексы, сооружения портов, причалы и портовые причальные сооружения. А куда делись все СГТС, т. е. сооружения судоходных гидроузлов и сооружения, обеспечивающие судоходство (плотины, водосбросы, шлюзы и пр.), которые составляют значительную долю объектов инфраструктуры внутреннего водного транспорта? Составители документа решили,

что для СГТС довольно и ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений»? Теперь о тексте. Его невозможно обсуждать (сказанное, естественно, относится только к объектам инфраструктуры внутреннего водного транспорта, о других объектах судить не берусь). Это компиляция всего и вся, причем без всякого критического осмысления материала. Периодически появляются заимствования из отраслевых документов как внутреннего водного, так и морского транспорта. Перекрестные ссылки на статьи документа часто противоречат их тексту. Ничем не обоснованы многочисленные повторы одного и того же, в частности, «требования к безопасности» и «требования к безопасной эксплуатации». Нет даже внятных определений используемых терминов. Еще один интересный момент. Оказывается, в соответствии с этим документом Федеральная служба по надзору в сфере транспорта по отношению к таким объектам регулирования, как причалы и портовые причальные сооружения, функции государственного надзора не выполняет. А поскольку, как было сказано выше, в техническом регламенте ни слова не сказано о СГТС, то вроде и к ним эта служба не имеет никакого отношения. Не буду продолжать, качество документа понятно. По-видимому, с текстом «Технического регламента о безопасности объектов морского транспорта» такие же проблемы. И это только один пример.

Почему разработка подобных документов производится кулуарно, на основе каких критериев производится отбор разработчиков и почему перед утверждением эти документы не попадают на рассмотрение в специализированные организации отрасли (по крайней мере, в организации, аккредитованные при Ространснадзоре в качестве экспертных центров по безопасности объектов внутреннего водного транспорта)?

А теперь кратко об упомянутом ГОСТ Р 54523-2011 «Портовые гидротехнические сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния». Не буду пока касаться сути основных положений этого документа, хотя к ним много претензий. Начну с принципиального вопроса — с области применения. Цитирую раздел 1 «Область применения»: *«Настоящий стандарт предназначен для применения в строительстве и эксплуатации при проведении обследований и мониторинга технического состояния портовых гидротехнических сооружений, расположенных на акваториях портов и судоремонтных заводов, при разработке заданий на проектирование, обследование, мониторинг сооружений в процессе их эксплуатации»*. Из этой цитаты ясно, что документ претендует установить свои требования на портовые сооружения объектов инфраструктуры как морского, так и внутреннего водного (речного) транспорта, что недопустимо по нижеследующим причинам.

Внезапное появление единого документа, нормирующего общие правила обследования и мониторинга технического состояния портовых речных и морских гидротехнических сооружений, ничем не обосновано и не вызвано никакими объективными причинами. Ведь в настоящее время мы имеем два разных технических регламента — о безопасности объектов морского и безопасности объектов внутреннего водного транспорта. Так на каком основании ГОСТ распространяется на все эти сооружения?

Документ создан организациями, имеющими опыт проектирования, обследования, эксплуатации и строительства объектов именно морского транспорта. Причем практически все эти организации аккредитованы при Ространснадзоре как экспертные центры в области объектов морского транспорта. Ни одна ведущая организация, имеющая аналогичный опыт деятельности в области речного транспорта, в том числе ни один экспертный центр, аккредитованный при Ространснадзоре в области внутреннего водного транспорта, не участво-

вали в создании этого документа и в его обсуждении. По этой причине документ создан на основе только отраслевых документов морского транспорта, не учитывает опыт в этой области специалистов речного транспорта и ломает все традиции эксплуатации объектов его инфраструктуры. И самое интересное, документ внесен техническим комитетом по стандартизации ТК 318 «Морфлот», а технический комитет по стандартизации ТК 032 «Внутренний водный транспорт» даже не знает о его существовании. Интересно, а знают ли о нем в Федеральном агентстве морского и речного транспорта и Ространснадзоре?

Создание единого документа требует проведения кропотливой работы по сближению нормативной базы отраслей. Однако первоначально необходимо оценить целесообразность такой работы. Дискуссия среди специалистов относительно только общих положений ГОСТ Р 54523-2011 займет чрезвычайно много времени, настолько разнятся точки зрения. Так надо ли это кому-нибудь. Никому. Однако оставлять сложившееся положение вещей нельзя. Поэтому самым простым будет решение о внесении в документ поправок, ограничивающих область его применения сооружениями морского транспорта.

Мы столь детально остановились на проблемах упомянутых двух нормативных документов, поскольку это хорошо иллюстрирует неуклюжесть управляющих воздействий высокого уровня в области обеспечения функционирования современной нормативной базы проектирования и эксплуатации транспортных ГТС.

### 2. Организация и финансирование проектирования новых, а также реконструкции и ремонта существующих сооружений.

Проблема распадается на несколько этапов.

#### 2.1. Первый этап — разработка подпрограммы «Внутренний водный транспорт» федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России (2010–2015 годы)».

Можно понять желание в самые короткие сроки привести все объекты инфраструктуры внутренних водных путей в хорошее состояние и повысить безопасность их функционирования. Тем более что долгие годы средства на их реконструкцию выделялись по остаточному принципу. Но надо же исходить из реальной ситуации. А ситуация состоит в том, что даже в советское время у нас не было столько специализированных организаций и такого количества специалистов, чтобы практически одновременно выполнять работы по реконструкции практически всех сооружений всех ГБУ ВПиС, да еще и с хорошим качеством. А то, что специалистов, причем квалифицированных специалистов, а не недоучившихся недорослей, которые мнят себя специалистами или которыми их считают некоторые еще более недалекие управленцы, действительно мало, так это факт.

Очевидно, что в этой ситуации обеспечить качественное выполнение работ по реконструкции, в том числе проектно-изыскательских, можно только при наличии хорошо обдуманного графика выполнения этих работ. Однако такого графика нет, упоминаемая выше подпрограмма им не является, поскольку сейчас все работы по реконструкции свалены в одну кучу, делает их бог знает кто (см. п. 2.3), и все сроки разработки проектной документации, которые были намечены с наполеоновским размахом, сорваны. Отсюда ожидаемое «качество» и соответствующая безопасность.

#### 2.2. Второй этап — разработка технического задания и определение цены проектно-изыскательских работ.

Этим занимаются соответствующие службы того или иного ГБУ ВПиС. Курирует этот процесс Федеральное агентство морского и речного транспорта (ФАМРТ). Делается все, как правило, некачественно. Что касается стоимости,

то стоимость проектно-изыскательских работ существенно занижается относительно тех цифр, которые получаются, если грамотно использовать соответствующие федеральные расценки. И занижается иногда до двух раз. А далее следуют тендерные скидки на эту цену, и в итоге соответствующее качество проектной документации. Могут, конечно, упрекнуть проектировщиков в излишней жадности, но только лицемер может их заподозрить в сверхвысоких доходах.

Неправильно определенная цена накладывается на то, что в ТЗ заказчик старается вписать по максимуму все свои пожелания, упуская при этом те сооружения, которые существенно повышают безопасность эксплуатации ГТС, имеем в виду аварийные ворота и удерживающие устройства, наличие которых обязательно в соответствии с требованиями СНиП и которые на значительной части ГТС отсутствуют. Но это никто не замечает, в том числе и ФАМРТ.

Огромная проблема возникает по причине того, что многие годы обследование сооружений не проводилось из-за отсутствия финансирования, и действительное состояние сооружений неизвестно, а на то, чтобы его уточнить в процессе проектирования, денег, да и времени уже не остается (относительно обследований сооружений см. п. 3).

### 2.3. Третий этап — организация проектирования, которая, в соответствии с ФЗ № 94 от 21.06.2005 г., ведется через тендеры.

То, что ФЗ № 94 от 21.06.2005 г. не движущая сила конкуренции, а стимулятор коррупции, понимают все. Но положение усугубляется тем, что, с одной стороны, количество грамотных специалистов неуклонно уменьшается, а с другой — «управляющие воздействия высокого уровня» делают все, чтобы их не было совсем.

Механизм здесь простой. При субъекте, осуществляющем «управляющие воздействия», группируются или организуются вновь несколько структур, которые и монополизируют в своем лице (как минимум, на уровне генподряда) всю проектно-изыскательскую, да и производственную деятельность в отрасли. Проблема усугубляется тем, что эти структуры обычно не являются обладателями высококачественных кадров. Это, как правило, вновь созданные организации, не имеющие никаких традиций, опыта и архивов. Они или пытаются работать с теми, кто у них есть, или переманивают специалистов из других организаций, разваливая сложившиеся коллективы, которые вполне могли бы поддерживать необходимый уровень квалификации молодых специалистов и обеспечивать качество проектирования. И этот процесс развивается в геометрической прогрессии, поскольку всем, кроме тех, кто «близок к телу», доступ на рынок закрыт. О «чистоте» конкурсной процедуры также знают все. Даже при выявлении вопиющих нарушений дело ограничивается минимальными штрафами, которые все с радостью платят, поскольку результаты тендера никогда не пересматриваются.

После аварии на Саяно-Шушенской ГЭС было много громких слов относительно недопустимости монополизации проектно-производственной деятельности «карманными» фирмами. Это, мол, негативно сказывается на безопасности. Ну, и каков результат? По крайней мере, в сфере реконструкции ГТС, выполняемой в соответствии с подпрограммой «Внутренний водный транспорт» федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России (2010–2015 гг.)», вся проектная и производственная деятельность сосредоточилась в двух-трех не так давно образованных «конторах», не имеющих никаких традиций проектирования. Простой пример. Одна из таких «контор», образовавшаяся примерно 3–4 года назад, сумела сосредоточить в своих руках реконструкцию сооружений ФБУ ВПиС «Волго-Дон», ФБУ ВПиС «Камводпуть», Азово-Донского ФБУ ВПиС, проектирование



Багаевского гидроузла и много-много чего другого. То же происходит и при проведении тендеров на строймонтаж.

Если бы эти несколько структур выполняли только функции генподрядца, отдавая тем не многим еще оставшимся специализированным организациям разработку специальных вопросов. Так нет, возмнив, что знают и могут все, они, как пылесос, всасывают в себя все работы и, естественно, все бюджетные деньги, уничтожая, как было сказано выше, последние специализированные организации и специалистов. А в итоге все сроки срываются, о качестве работ и тем более о безопасности можно больше и не вспоминать.

#### 2.4. Четвертый этап — прохождение проектной документации через Главгосэкспертизу.

Об организации государственной экспертизы разговор особый. Это тема отдельного серьезного обсуждения. По нашему мнению, проблемы, которые часто создает экспертиза, негативно отражаются на безопасности наших объектов, и этому есть примеры.

#### 3. Организация и финансирование системы государственного надзора за безопасностью сооружений.

Остановимся на судоходных ГТС. В первом приближении можно сказать, что государственная система надзора базируется на системе декларирования их безопасности.

Общеизвестно, как эта система устроена:

1. Эксплуатирующая организация с привлечением какой-либо структуры разрабатывает критерии безопасности,

2. Ространснадзор рассматривает и утверждает (или отправляет на доработку) критерии безопасности.

3. С привлечением специалистов надзирающих органов, а также вышестоящих эксплуатирующих организаций проводится преддекларационное обследование сооружений.

4. Эксплуатирующая организация, опять с привлечением какой-либо структуры, разрабатывает декларацию безопасности.

5. С привлечением экспертной организации эксплуатирующая организация проводит экспертизу декларации и отправляет ее на утверждение в Ространснадзор.

6. Ространснадзор рассматривает и утверждает (или отправляет на доработку) декларацию безопасности.

Какие здесь существуют проблемы?

1. Графики декларирования безопасности СГТС, в том числе и финансирования этих работ (по крайней мере, до настоящего времени), не позволяют эксплуатационникам, экспертным организациям и Ространснадзору разрабатывать, проводить экспертизы и утверждать декларации в реальные сроки, что негативно сказывается на их качестве.

Много вопросов вызывает порядок определения стоимости разработки и экспертизы деклараций. Эта стоимость различается в разы для практически аналогичных объектов.

2. Порочна практика утверждения Ространснадзором критериев безопасности, минуя экспертные центры.

Зачастую утверждаются такие критерии, что экспертный центр, рассматривая декларацию безопасности, просто не имеет возможности ее оценить, поскольку критерии ужасны, но уже утверждены.

3. К разработке деклараций безопасности и их экспертизе привлекаются организации, не имеющие квалифицированных специалистов. Более того, сотрудники организаций, способных дать необходимые консультации при составлении деклараций и выполнить их экспертизу, не имеют такой возможности по причине фактического для них запрета на профессию (никаких кавычек), введенного (естественно негласно) ФАМРТ.

4. Существуют вопросы к методической базе декларирования. Отчасти эта проблема затронута в журнале «ГИДРОТЕХНИКА» (№№ 1 (26), стр. 50–56; 3 (28), стр. 58–59, 2012 г.).

5. Проводимое перед декларированием так называемое преддекларационное обследование сооружений на самом деле никаким обследованием не является. Это мероприятие, которое используется для составления акта преддекларационного обследования, что требует ФЗ-117.

Вообще вопрос с обследованием сооружений стоит весьма остро. Это связано как с финансированием «целевых» обследований сооружений, так и с качеством их проведения. За обследование сооружений берутся все, причем вне зависимости от наличия необходимых квалифицированных кадров, компенсируя это закупкой оборудования, почти в точности повторяя ситуацию басни «Мартышка и очки». Но это в лучшем случае, в худшем проводится просто имитация обследований, когда за «рыбу» берется ранее сделанный кем-то материал, относящийся к другому сооружению, и на его базе создается нужный отчет.

Возникает естественный вопрос, волнует ли кого-нибудь единство подхода при контроле технического состояния и оценке безопасности СГТС, а также объективность этой оценки, или будут продолжаться дискуссии (в том числе и псевдонаучные), направленные на постоянную корректировку всеми согласованных и утвержденных действующих «Методических рекомендаций...» с целью получить при оценке безопасности желаемый результат? Что касается портовых сооружений, то об этом сказано выше (п. 1), когда рассматривались проблемы, связанные с выходом новых технических регламентов и ГОСТ.

#### 4. Определение стратегических направлений развития отрасли.

Создается впечатление, что те, кто определяет эти направления, или не понимают, чем они занимаются, или преследуют совсем другие цели. Приведу несколько примеров.

Реализация проекта «Волго-Дон 2» приведет к экологической, социальной и экономической (по крайней мере, для отрасли) катастрофам («Транспорт России», № 3 (655), 17–23 января 2011 г., № 7 (659), 17 февраля 2011 г., «ГИДРОТЕХНИКА» № 3 (24), 2011 г.; 3 (28), 2012 г. и др.). Однако я не слышал и не читал ни одного комментария, где бы ответственные лица высказывали сомнения в обоснованности «Волго-Дона 2», — все за.

Аналогичная ситуация сложилась с Северо-Двинской шлюзованной системой («ГИДРОТЕХНИКА» № 3 (28), 2012 г.).

Или возьмем, к примеру, еще один стратегический вопрос обеспечение безопасного навигационного запаса под днищем судна. Давно пора рассмотреть вопрос о целесообразности упорно добиваться на трассах Единой глубоководной системы Европейской части России (ЕГС) гарантированной глубины 4,00 м, решение об увеличении которой на ЕГС с 365 до 400 см принято в 1967 г. на заседании коллегии Министерства речного флота РСФСР, остается догмой и вне критики «ГИДРОТЕХНИКА» № 3 (28), 2012 г.).

Не будем здесь обсуждать указанные выше пятый и шестой компоненты управляющих воздействий высокого уровня. Мало кто сомневается, что и здесь можно сказать много «хорошего».

**Повторимся: обеспечение безопасности не может сводиться только к административным перетряскам, организации все новых и новых надзирающих структур, написанию деклараций безопасности и тому подобным, по сути, ритуальным действиям. Необходима ежедневная серьезная и, главное, ответственная работа, в том числе и по указанным выше компонентам управляющих воздействий высокого уровня. В противном случае — это просто «бой с тенью», то есть профанация обеспечения безопасности.**



ЭКСПЕРТНЫЙ ЦЕНТР ПО БЕЗОПАСНОСТИ ГТС  
«ГИДРОТЕХЭКСПЕРТИЗА»



ООО «Экспертный центр по безопасности гидротехнических сооружений» (ООО «ЭЦБ ГТС «Гидротехэкспертиза») создан выпускниками факультета ГС МИСИ (МГСУ) и выполняет работы по обследованию, декларированию безопасности, паспортизации и проектированию ГТС. За плечами специалистов предприятия большой опыт работы, вновь построенные и реконструированные сооружения.

ООО «ЭЦБ ГТС «Гидротехэкспертиза» — аккредитованный при Ространснадзоре экспертный центр по безопасности СГТС. Созданные совместно со специалистами ОАО «Гипроречтранс» «Методические рекомендации по контролю технического состояния и оценке безопасности судоходных ГТС» — базовый документ декларирования их безопасности.

По инициативе ООО «ЭЦБ ГТС «Гидротехэкспертиза» более 10 лет ведутся работы по изучению целесообразности и возможности создания нового водно-транспортного соединения между Каспийским и Азово-Черноморским бассейнами по Кумо-Манычской впадине (канала «Евразия»).

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

Тел./факс (495) 741-0254



## ГИДРОЛОКАТОР БОКОВОГО ОБЗОРА EDGETECH 4125P

EdgeTech's 4125 Side Scan Sonar system with Full Spectrum® CHIRP technology is a perfect solution for shallow water survey such as channel conditioning/clearance surveys, hull inspections, dredging operations, port & harbor security etc. It is portable, handy and reliable system.



Рис. 1. Общий вид

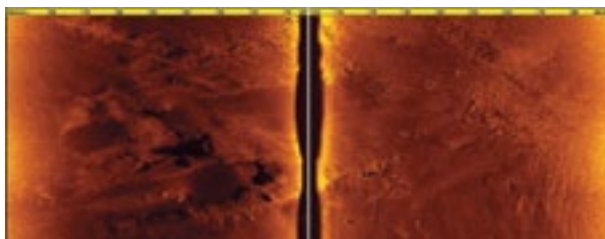


Рис. 2. Пример данных (частота 900 КГц)



Рис. 3. Портативная лебедка для буксировки

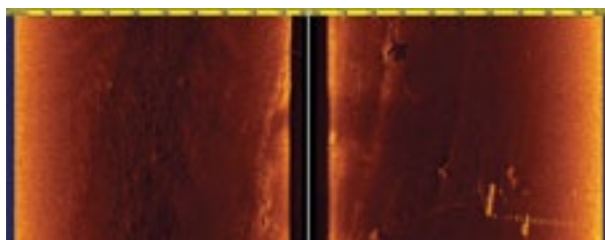


Рис. 4. Пример данных

Буксируемый ультразвуковой двухчастотный гидролокатор бокового обзора EdgeTech 4125 с технологией внутримпульсной линейно-частотной модуляции, которая позволяет получать четкую акустическую картину морского дна с высоким разрешением и низким уровнем шумов, можно использовать для решения разнообразных задач, в том числе и таких, как обеспечение безопасности судоходства на реках и каналах, мониторинг состояния подводных трубопроводов, анализ влияния деятельности человека на экологию (исследование степени загрязнений водных акваторий) и т. д.

Использование буксируемого носителя позволяет вывести гидроакустические антенны из верхнего, азрированного, слоя воды и приблизить к донной поверхности для получения более детального изображения. Гидролокатор бокового обзора EdgeTech 4125 — это полностью цифровая, синхронная, двухчастотная система. По выбору заказчика гидролокатор может поставляться с одной из двух пар рабочих частот (400/900 кГц или 600/1600 кГц).

EdgeTech 4125 разработан специально для работы на малых глубинах. Выбор пары рабочих частот 400/900 кГц (разрешающая способность по частотам 2,3 см/1,5 см соответственно) позволяет получить идеальную комбинацию рабочего диапазона и разрешающей способности на мелководье, частоты 600/1600 кГц (разрешающая способность по частотам 1,5 см/0,6 см соответственно) нужны для получения сверхвысокой разрешающей способности для идентификации целей небольших размеров. Глубина погружения носителя от 0 до 200 м. Рабочий диапазон: 150 м для частоты 400 кГц, 75 м для частоты 900 кГц, 120 м для частоты 600 кГц и 35 м для частоты 1600 кГц. В буксируемом носителе установлены: компас, датчик бортовой и килевой качки, датчик давления. Буксируемый носитель оборудован устройством для предотвращения потери носителя при ударах о подводные препятствия.

Опционально возможна поставка штанги для крепления носителя по борту катера и портативной электрической лебедки для буксировочного кабеля.

Использование технологии полного спектра импульса (EdgeTech Full Spectrum® CHIRP) более чем в 2 раза увеличивает разрешающую способность гидролокатора по сравнению с гидролокаторами, работающими на тех же рабочих частотах с использованием других технологий. Небольшой размер системы позволяет использовать гидролокатор бокового обзора EdgeTech 4125 с малых плавсредств. Электропитание системы возможно напряжением 12–24 вольт постоянного тока или 115/230 вольт переменного тока частотой 50/60 Гц. Для включения системы в работу требуется всего лишь несколько минут. Для облегчения транспортировки система поставляется в небольших пластиковых кейсах. Гидролокатор EdgeTech 4125 прост, удобен и надежен в эксплуатации.

196112 Санкт-Петербург, пр. Шаумяна, д. 18, оф. 118  
Тел./факс (812) 574-5665, [www.marimeter.ru](http://www.marimeter.ru)



## НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ СТЕН КАМЕРЫ ШЛЮЗА № 2 КАНАЛА ИМЕНИ МОСКВЫ

Левачев С. Н.,  
канд. техн. наук, профессор МГСУ  
Мельник Г. В.,  
начальник отдела научных исследований и экспериментального проектирования ОАО «Гипроречтранс»  
Даревский В. Э.,  
главный специалист ОАО «Гипроречтранс»  
Федорова Т. С.,  
инженер УКИМ

В настоящее время Канал имени Москвы является одним из крупнейших воднотранспортных соединений Российской Федерации и мира.

Большинство сооружений, эксплуатируемых ФГУП «Канал имени Москвы», построено более 70 лет назад. За этот период произошли разрушения отдельных элементов, износ оборудования, проявились отдельные недоработки проектов и дефекты производства строительных работ. Техническое состояние ряда сооружений требует проведения их реконструкции или капитального ремонта.

Статья посвящена оценке эффективности ранее выполненных ремонтных мероприятий, направленных на повышение надежности работы стен камеры шлюза № 2, наиболее показательного как по характеру проявления аварийных ситуаций, произошедших в первый год эксплуатации, так и по

*This article describes the evaluation of the stress-strain state of the ferroconcrete walls of the chamber on one of the locks of the Moscow Canal. Some signs of emergency condition were first detected there and various methods to strengthen the structures were carried out. Based on the analysis of the results of the research and the performed calculations the recommendation on security for the further operation of the constructions were made.*

тем мероприятиям, которые были приняты для повышения безопасности его эксплуатации.

Полезная длина камеры — 290,0 м, полезная ширина — 30,0 м. Минимальная глубина на пороге — 5,52 м. Камера разделена на 15 секций, из которых 14 имеют длину 20,0 м. Толщина днища 4,0 м, толщина стен по низу 6,0 м, по верху 1,0 м. Внутренний уклон стен 20:1, в примыкании к днищу устроен вут высотой 2,0 м с уклоном 2:1. Высота стен камеры 16,0 м (рис. 1). Стены выполнены из железобетона проектной марки В15 (М200).

Максимальный расчетный напор на шлюз составляет 11,31 м. Проектом предусмотрена разбивка стен по высоте на четыре блока бетонирования.

В основании камеры залегает преимущественно суглинок с гравием и валунный суглинок, толщина слоя составляет в

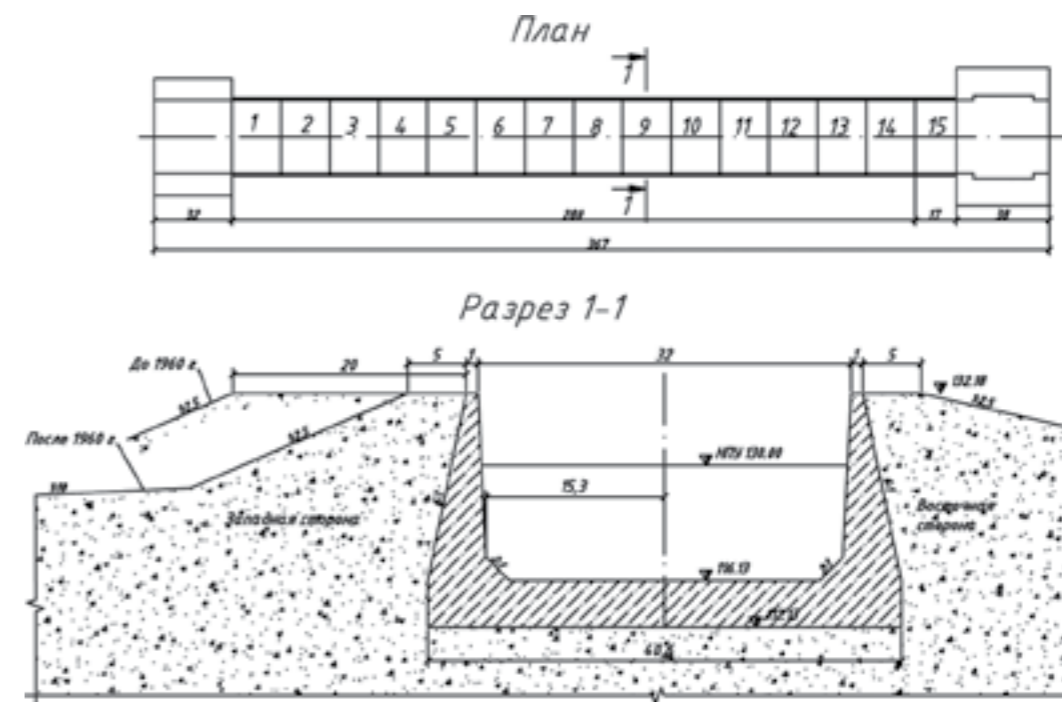


Рис. 1. Камера шлюза № 2



среднем 18 м, местами встречаются линзы песка толщиной от 1 до 3 м.

По данным исполнительной документации, пазухи за стенами камеры шлюза засыпаны моренным суглинком и частично супесью в смеси с песком. Западная пазуха засыпалась талым грунтом, восточная — с примесью мерзлого грунта. Засыпка производилась в зимний период 1936–1937 гг. без уплотнения.

В первый месяц эксплуатации шлюза (июнь 1937 г.) было обнаружено, что секция № 5 западной стены отклонилась в сторону камеры до 90 мм на уровне парапета с образованием трещины на тыловой грани. При этом было установлено, что количество рабочей арматуры в блочном шве на отметке 121,21 м занижено против проектного значения вдвое.

Для ликвидации аварийного состояния секции № 5 западной стены в июле 1937 г. проведено ее закрепление 16 анкерными тягами диаметром 50 мм за две анкерные плиты, расположенные на расстоянии 30 м от стены в откосе дренажного кювета.

В 1959–1960 гг. на ряде секций были обнаружены продольные трещины с раскрытием до 16 мм на западной стене и до 3 мм — на восточной.

Для выяснения характера распространения трещин было выполнено детальное исследование секции № 11 западной стены, на которой в засыпке были открыты шурфы и проведено бурение бетона со стороны лицевой грани. В ходе обследования обнаружены следующие характерные признаки повреждения секции:

- раскрытие трещины на отметке 121,18 м составило 25 мм (рис. 2);
- сдвиг по трещине в сторону камеры шлюза верхней части секции относительно нижней части составил 20±25 мм;
- рабочая арматура тыловой грани в районе трещины искривлена;
- площадь сечения тыловой арматуры в районе трещины составила 63,5% от проектной величины.

В связи с предположением о возможности опрокидывания поврежденных секций в камеру шлюза в течение 1959–1960 гг. проведены ремонтные работы (аналогичные ранее выполненным работам на пятой секции) по закреплению верха секций западной стены.

К весне 1960 г. грунт засыпки западной стенки был удален на высоту 4–5 м, и возведены анкерные стенки, по две на секцию. Затем произведено натяжение анкерных тяг, и восстановлена засыпка пазухи суглинком с уменьшением ширины площадки до 4–5 м.

В период с 1961 по 1973 гг., по данным службы эксплуатации, наблюдался разворот верхней части поврежденных секций западной стены. Верх секций смещался в сторону засыпки на величину до 6 мм, низ поврежденной части секций — в сторону камеры на величину до 8 мм. Для предотвращения смещения низа поврежденной части секций по плоскости блочного шва в зоне шва были установлены вертикальные стальные стержни (нагели) диаметром 160–180 мм и длиной 5 м (рис. 3).

В связи с появлением продольных трещин на восточной стене в 1979 г. для снижения давления грунта была снята засыпка на 1,5 м (рис. 4), и в период с 1982 по 1988 гг. произведено ее усиление.

Усиление производилось путем цементации бетона в районе трещины с последующей установкой в скважины, пробуренные с наклоном 5–8°, стальных стержней (нагелей) диаметром 70 мм и 100 мм с шагом 2,0 м.



Рис. 2. Поперечное сечение поврежденных секций

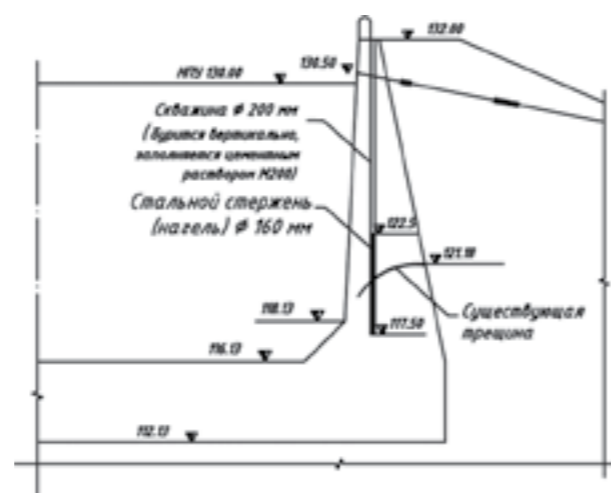


Рис. 3. Усиление блочного шва секций западной стены нагелями

В 1997–2007 гг. на восточной и западной стенах шлюза № 2 произведен ремонт лицевого бетона методом «колонн». Работы выполнялись при осушенной камере. На каждой стороне секции камеры предусматривалось устройство в штрабах двух железобетонных колонн. Высота колонн 8,0 м; ширина 3,0 м; глубина от 1,0 м в нижней части до 0,6 м в верхней части. Сопряжение колонн с существующим бетоном стены производилось 96 анкерами диаметром 32 мм.

Поверхностный слой бетона всей лицевой грани заменялся на глубину 30–50 см в зависимости от состояния старого бетона. Бетон армировался сеткой с рабочей арматурой диаметром 32 мм и 22 мм (шаг 25 см) и соединялся со старым бетоном анкерами диаметром 32 мм. Бетонирование колонн и лицевой грани производилось тяжелым бетоном класса В30, F300, W8 на гранитном щебне фракции 5–20 мм.

В ходе ремонтных работ 1959–1960 гг. секции западной стены шлюза были оснащены контрольно-измерительной аппаратурой, которая к 1980-м гг. практически вышла из строя.

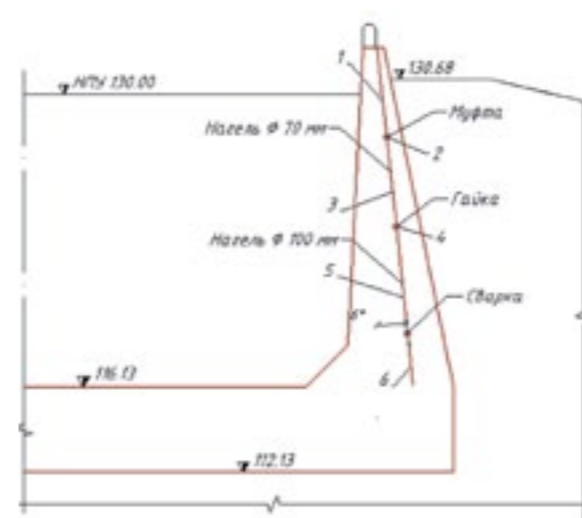


Рис. 4. Схема закрепления восточной стены

Результаты инструментальных наблюдений в силу своей противоречивости позволили лишь зафиксировать сезонные явления и циклические процессы при шлюзовании. Характер и величина деформаций западной стены после ее усиления говорят об удовлетворительном состоянии.

Для восточной, не заанкерванной тягами, стены наблюдения за горизонтальными перемещениями ее верха имеют особое значение. По данным наблюдений за последние 35 лет, эти перемещения направлены в сторону камеры шлюза и постоянно растут. Максимальная интенсивность смещений за 2006–2008 гг. составила около 3 мм/год.

В настоящее время судить о состоянии и поведении стен шлюза в процессе эксплуатации можно только по результатам визуальных наблюдений за состоянием лицевой поверхности бетона, результатам наблюдений за деформациями, а также за фильтрационным режимом в засыпке стен с помощью пьезометров.

Фильтрационный режим шлюза имеет неустановившийся в течение года циклический характер. Сравнение положения кривой депрессии в обратных засыпках западной и восточной стен показывает, что кривая депрессии у восточной стены выше кривой депрессии у западной стены на метр и более, что выше расчетного уровня воды на 1–2 м.

Приведенные данные позволяют сделать вывод о том, что, в отличие от западной стены, напряженно-деформированное состояние восточной вызывает серьезные опасения.

В ходе эксплуатации и ремонта сооружений Канала им. Москвы выдвигалось множество гипотез относительно причин аварийного повреждения стен камер шлюзов, а также различной степени этих повреждений на западной и восточной стенах шлюза № 2.

По нашему мнению, основной причиной повреждений, а также в некоторых случаях неэффективности ремонтных мероприятий стала неправильная оценка нагрузок от грунта обратной засыпки стен камер шлюзов. Это усугубилось нарушениями технологии строительства. В частности, засыпка пазух за стенами выполнена мерзлым суглинистым грунтом, нарушены проектные решения при выполнении разрезки секций стен блочными швами, уменьшена площадь расчетной растянутой арматуры.

Неправильную оценку нагрузок можно объяснить неразвитостью теории механики грунтов ко времени проектирова-

ния и строительства сооружений (1932 г.), а также их ремонта в первые годы эксплуатации.

Доковая конструкция камеры шлюза № 2 со сплошным неразрезным дном очень чувствительна к температурным воздействиям. В весенний период при повышении температуры воздуха лицевые поверхности стен нагреваются, вызывая прогиб консольной части и навал стены на грунт засыпки. Эти перемещения верхней части стен на грунт сопровождаются возникновением реактивного давления грунта и увеличением изгибающего момента в расчетных сечениях стен. Разная степень повреждения западной и восточной стен объяснялась исследователями различной формой поверхности засыпки за стенами — широкой горизонтальной площадкой на западной стороне и более узкой на восточной. По нашему мнению, этот фактор имеет значение, но второстепенное. Более существенным является ориентация стен. Западная стена подвержена более активному воздействию солнечных лучей, чем восточная, что и вызывает большие температурные деформации стен и развитие большего реактивного сопротивления грунта со стороны тыловой грани, особенно в весенне-летний период.

Несмотря на выполненный к настоящему времени большой объем наблюдений, проведенных расчетов и исследований, многие сведения, характеризующие напряженно-деформированное состояние стен, остаются неизвестными. К ним относятся наличие и величина сцепления в грунтовой засыпке, количество и сохранность арматуры у тыловой грани стен, состояние грунта обратной засыпки при взаимодействии со стеной (предельное — «активное» или допредельное — «покоя», «реактивное»), фактический угол наклона нагелей (5–8°).

В составе настоящей работы для оценки напряженно-деформированного состояния стен камеры шлюза выполнены два комплекса предварительных поверочных расчетов:

- контрольные расчеты прочности стен камеры шлюза с целью оценки характера и величины нагрузки, при которой произошло повреждение стен;
- расчеты стен камеры шлюза с учетом ранее выполненных ремонтных мероприятий.

Расчет прочности стены камеры шлюза на действие поперечной силы произведен по программе RUST-51w, разработанной ОАО «Гипроречтранс». Расчеты позволили определить характеристики грунта обратной засыпки стены камеры, при которых могло произойти образование поперечной трещины по шву бетонирования.

Расчеты стен камеры шлюза с учетом ранее выполненных ремонтных мероприятий выполнены в первую очередь с целью проверки устойчивости ее верхней части выше горизонтальной трещины в районе вута (расчетная схема на рис. 5).

- Исходные данные для расчета.
- Стена закреплена нагелями, установленными под углом 5–8° в сторону тыловой грани с шагом 2,0 м.
  - Диаметр нагелей 100 мм, глубина заделки ниже трещины 3,0 м.
  - Грунт засыпки суглинок,  $\varphi = 19^\circ$ ,  $\gamma = 2,15 \text{ т/м}^3 = 1,15 \text{ т/м}^3$ ,  $c = 0 (0,2) \text{ кг/см}^2$ ,  $\lambda = 0,42$ .
  - Уровень грунтовых вод принят на отметке 127,0 м.
  - В раскрытом шве действует фильтрационное противодавление по треугольной эпюре.
  - Расчеты ведутся по общепринятой зависимости предельных состояний  $V_{lc} F \leq V_c R / V_n$ , где  $V_{lc} = V_c = 1,0$ ;  $V_n = 1,25$  в соответствии с классом сооружения.



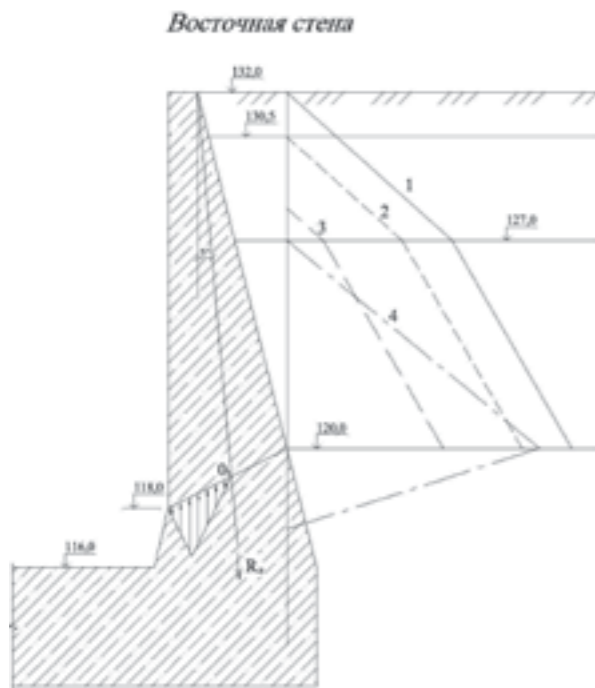


Рис. 5. Расчетная схема восточной стены:

- 1, 2 — боковое давление грунта при разных уровнях засыпки,  $c=0$ ;
- 3 — боковое давление грунта с учетом сцепления;
- 4 — гидростатическое давление воды

Учитывая возможные различные сочетания неизвестных факторов, было рассмотрено несколько вариантов расчетов.

Первая группа (4 варианта) — расчеты при современных условиях эксплуатации шлюза с уровнем обратной засыпки восточной стены на отметке 130,5 м.

Вторая группа (7 вариантов) — расчеты в предположении нормальной эксплуатации шлюза с засыпкой на отметке 132,0 м уровня площадки стен камеры.

Для оценки полученных результатов приняты следующие расчетные значения сопротивления материалов:

- нагель — при  $R_s = 2100 \text{ кг/см}^2$ ,  $f = 0,008 \text{ м}^2$ ,  $R_n = 168 \text{ т}$ ;
- бетон на сжатие В20 —  $R_b = 117 \text{ кг/см}^2$ ;
- бетон на срез (растяжение) В20 —  $R_{ct} = 9,2 \text{ кг/см}^2$ .

В результате анализа данных для вариантов первой группы расчетов и в предположении, что все секции камеры имеют в настоящее время сквозные трещины в вутовой части, можно сделать следующие выводы:

1. Устойчивость отделившейся верхней части против опрокидывания в результате разрушения бетона при сжатии лицевой грани стены обеспечена с большим запасом.
2. Устойчивость отделившейся верхней части против опрокидывания в результате потери прочности нагелем не может быть обоснована на основании предпосылок, принятых в проектах усиления западной стены ( $c = 0$ , тыловая арматура не работает).
3. Устойчивость отделившейся верхней части против опрокидывания можно обосновать только при учете работы тыловой арматуры (при этом она находится на пределе) или наличия сцепления в грунте засыпки.
4. Если предположить, что тыловая арматура сохранилась ( $F_a = 18,34 \text{ см}^2$  по данным обследования), то по наиболее вероятному варианту растягивающие напряжения в нагеле составят  $2350 \text{ кг/см}^2$ , что сопоставимо с  $R_s = 2100 \text{ кг/см}^2$ .

Учет сцепления дает растягивающие напряжения в нагеле  $1390 \text{ кг/см}^2$ .

5. При расчете несущей способности нагеля на растяжение рассматривается также возможность его выдергивания из цементной пробки. При проектировании усиления восточной стены глубина заделки нагеля ниже трещины была определена, вероятно, по известной рекомендации СНиП  $I_3 = 30d$ , где  $d$  — диаметр нагеля. Ориентировочно эта глубина заделки в натуре составляет 3,0 м. Величина сцепления нагеля с материалом заполнения скважины  $T_{сц} = \tau d l_3$ . В этой формуле значение  $\tau$  может изменяться по различным рекомендациям в широких пределах — от 6 до  $25 \text{ кг/см}^2$ . Если принять среднее значение  $\tau = Rbt = 9,2 \text{ кг/см}^2$  для бетона В20, то  $T_{сц} = 87 \text{ т}$ , что существенно меньше полученного усилия в нагеле. При этом возможный диапазон изменения сил сопротивления выдергиванию нагеля будет в пределах от 57 до 237 т. Наличие колец в нижней части нагелей, увеличивающих площадь контактной поверхности, существенно не меняет положения.

6. Если принять во внимание увеличение горизонтальных перемещений верха стен в камеру с годами, то можно предположить, несмотря на определенную условность проведенных расчетов, что система анкеровки находится в предельном состоянии и сопровождается пластическими деформациями в теле нагеля или в его заделке, или там и там одновременно.

Основной целью проведения расчетов по сценариям второй группы являлось уточнение напряженно-деформированного состояния восточной стены камеры (без ее усиления) в условиях нормальной эксплуатации шлюза на перспективу при отметке обратной засыпки 132,0 м.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

1. При принятых предпосылках в проекте усиления западной стены (без учета работы арматуры и сцепления грунта обратной засыпки) обеспечить устойчивость восточной стены невозможно.
2. Только при одновременном учете полноценной работы тыловой арматуры и наличия сцепления в грунте засыпки можно гарантировать устойчивость стены от опрокидывания в камеру. При учете только одного сцепления устойчивость обеспечивается, если на контакте нагеля и цементной пробки будет обеспечено условие  $\tau > 14 \text{ кг/см}^2$ , что невозможно гарантировать для всех секций.

Для уточнения реального взаимодействия элементов системы «стена — обратная засыпка» были проведены тестовые расчеты устойчивости стены на сдвиг в реальных условиях эксплуатации при пониженной засыпке.

Расчетная схема и возможные действующие нагрузки определены в соответствии с рис. 5. При этом сопротивление нагеля сдвигающим усилиям принято с учетом исследований, проведенных Гидропроектом при разработке проекта капитального ремонта западной стены в 1968 г.

Единственным вариантом, при котором обеспечивается предельное равновесие системы, является тот, который учитывает сцепление в грунте засыпки  $c = 0,2 \text{ кг/см}^2$ . Во всех остальных, в том числе и при учете работы на срез тыловой арматуры, устойчивость на сдвиг не обеспечивается даже без учета наклона поверхности сдвига.

Косвенно результаты расчетов этой серии могут служить подтверждением того, что основным фактором, влияющим

на устойчивость восточной стены, является сцепление в засыпке.

Однако, в конечном счете, этот вывод не имеет принципиального значения в связи с тем, что независимо от тех или иных причин, на которые невозможно повлиять, сооружение находится в состоянии, близком к предельному.

Общий вывод, который можно сделать в результате анализа проведенных расчетов и результатов наблюдений за деформациями восточной стены, сводится к необходимости ее укрепления. При этом возможны несколько вариантов, из которых в качестве наиболее технологичных можно рассмотреть установку наклонной напряженной арматуры вдоль тыловой грани стен, анкерку стен стальными тягами с анкерными плитами и снятие засыпки до определенной отметки, определяемой расчетом трещиностойкости лицевой грани стены в эксплуатационном случае.

Учитывая опыт усиления западной стены путем ее анкеровки, для обеспечения надежности работы восточной стены в данной работе рассмотрен вариант ее закрепления анкерными тягами по тому же типу.

Количество анкерных тяг и их размеры определяются в соответствии с расчетной схемой (рис. 6) расчетами, которые приводятся ниже. При этом принимается наиболее невыгодное сочетание реально возможных действующих нагрузок — боковое давление грунта в состоянии покоя, наличие временных нагрузок на поверхности засыпки в ремонтном случае  $q = 2 \text{ т/м}^2$ , уровень воды в засыпке на отметке 127,0 м, сцепление в грунте засыпки  $c = 0$ , нагели установлены под углом 5 градусов. Реактивное сопротивление грунта засыпки в расчетах не учитывается в связи с большой жесткостью конструкции и незначительными деформациями консольной части длиной около 2 м.

В результате проведенных расчетов верхней части стены как консольной балки на двух опорах с шарнирным закреплением получены необходимые данные для оценки ее напряженно-деформированного состояния. При этом имеющий место некоторый момент защемления в нижней части благодаря ремонту лицевой поверхности стен методом колонн в расчетах не учитывался в запас прочности.

Расчетное значение максимального изгибающего момента в пролете на отметке 124,0 м составляет  $156 \text{ тм/пм}$ . При ширине стены на этой отметке 3,0 м ее приведенный момент сопротивления составляет около  $1,5 \text{ м}^3$  и максимальные растягивающие напряжения  $8,7 \text{ кг/см}^2$ , что меньше  $R_{bt} = 9,2 \text{ кг/см}^2$  для бетона В20. Если учесть, что лицевая поверхность стены отремонтирована бетоном В30, то трещиностойкость конструкции не вызывает сомнения.

Горизонтальное усилие в нижней опоре составляет  $60,0 \text{ т/пм}$  и воспринимается трением по поверхности сдвига, сопротивлением нагеля и сопротивлением срезу хорошо армированного бетона отремонтированной лицевой поверхности в вутовой части закрепленного анкерами диаметром 32 мм длиной 2,0 м в основной бетон.

При расположении анкерных тяг на отметке 130,0 м с шагом 2,0 м (шаг нагелей) расчетное усилие в каждой тяге составит  $92,0 \text{ т}$ , что приводит к необходимости установки тяг диаметром 75 мм при  $R_s = 2750 \text{ кг/см}^2$ .

Длина тяги, устанавливаемой с небольшим уклоном в зависимости от рельефа площадки, может быть принята около 20 м.

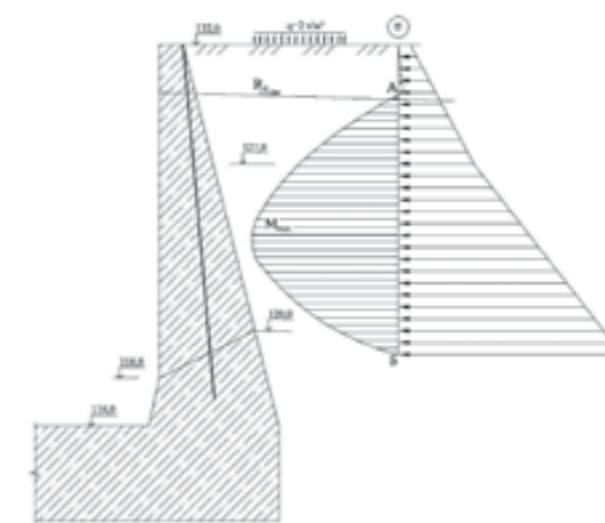


Рис. 6. Расчет анкерных тяг для восточной стены (эпюры бокового давления и изгибающих моментов)

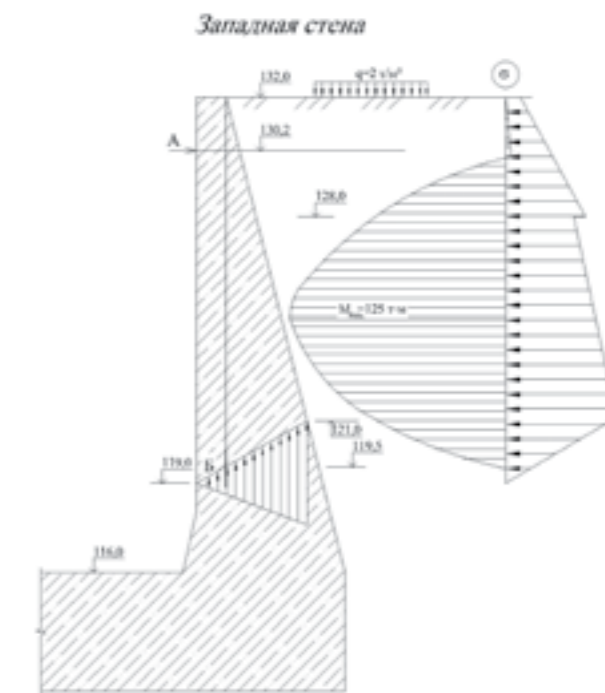


Рис. 7. Оценка напряженно деформированного состояния западной стены

Высота анкерной плиты (железобетонной или в виде шпунтовой стенки) должна быть 2,5 м с заглублением низа на 5,0 м от поверхности грунта.

Приведенные расчеты носят оценочный характер и подлежат уточнению после проведения необходимых инженерных изысканий.

Для оценки напряженно деформированного состояния западной стены камеры шлюза № 2 были проведены аналогичные расчеты для современных условий ее эксплуатации без временной нагрузки при условной отметке горизонтальной поверхности засыпки на отметке 131,5 м и для условий эксплуатации при проектных условиях (отметка горизонтальной поверхности засыпки 132,0 м и временная нагрузка  $2,0 \text{ т/м}^2$ ).



В качестве расчетных характеристик грунта засыпки приняты условия 8, 9, 10 и 11 секций, где до отметки 128,0 м отсыпан песок, а выше суглинок (рис. 7).

Результаты расчетов разгруженной стены (без учета временной нагрузки):

- напряжения в бетоне лицевой грани  $\sigma_s = 7,8 \text{ кг/см}^2$ , что меньше  $R_{\text{сж}}$  для бетона В20 и тем более В30, которым стены отремонтированы;
- горизонтальная составляющая нижней опорной реакции  $R_b = 56,0 \text{ т}$ , что меньше несущей способности на сдвиг ( $T \approx 100 \text{ т}$ ), складывающейся из сопротивления трения бетона по бетону и нагеля на изгиб;
- реакция верхней опоры  $RA = 42,7 \text{ т}$ , что соответствует несущей способности анкерных тяг диаметром 50 мм.

Результаты расчетов стены при проектном профиле засыпки с учетом возможности временной нагрузки на поверхности  $q = 2 \text{ т/м}^2$ :

- напряжения в бетоне лицевой грани  $\sigma_s = 7,2 \text{ кг/см}^2$ , что меньше  $R_{\text{сж}}$  для бетона В20 и тем более В30, которым стены отремонтированы;
- горизонтальная составляющая нижней опорной реакции составляет  $R_b = 65,2 \text{ т}$ , что меньше несущей способности сечения на сдвиг ( $T = 108 \text{ т}$ ), складывающейся из сопротивления трения бетона по бетону и нагеля на изгиб;
- реакция верхней опоры  $RA = 54,9 \text{ т}$ , что соответствует несущей способности анкерных тяг диаметром 58 мм, и существенно больше диаметра установленных тяг.

Вывод, который можно сделать из этих расчетов, заключается в том, что при существующих элементах усиления западной стены она может эксплуатироваться только в условиях отсутствия или пониженной временной нагрузки. В этом случае напряженно-деформированное состояние конструкции не вызывает опасений (при обеспечении качества контакта ремонтного и старого бетона). При этом во время проведения ремонтных работ временная нагрузка на ее поверхности должна быть ограничена по величине и по площади приложения.

Для возможности эксплуатации при проектных условиях с учетом возможной временной нагрузки до  $2,0 \text{ т/м}^2$  анкерная западная стена должна быть усилена.

Результаты работы, приведенные в данной статье, показали:

1. Основной причиной повреждения стен камер шлюзов Канала им. Москвы стала неправильная оценка нагрузок от грунта обратной засыпки. Это усугубилось нарушениями технологии строительства, в частности, засыпка пазух за стенами выполнена мерзлым суглинистым грунтом, нарушены проектные решения при выполнении разрезки секций стен блочными швами, уменьшена площадь расчетной растянутой арматуры.

2. Второй по значимости нагрузкой является гидростатическое давление грунтовой воды, которое оказалось несколько больше, чем это принималось при разработке конструктивных мероприятий, направленных на повышение надежности работы стен камер шлюзов.

3. Оценивая эффективность ранее выполненных конструктивных мероприятий, направленных на повышение надежности работы стен камеры шлюза № 2, можно сказать:

- для восточной стены камеры шлюза ранее выполненные конструктивные мероприятия абсолютно недостаточны для обеспечения ее надежной работы;
- для западной стены камеры шлюза ранее выполненные конструктивные мероприятия обеспечивают ее относительно надежную работу, только если давление грунта обратной засыпки не превышает величины активного давления и при пониженных значениях временной нагрузки на поверхности, но не достаточны, если давление грунта превышает активное и при проектных значениях временной нагрузки до  $2,0 \text{ т/м}^2$ .

3. Недостаточная эффективность ранее выполненных конструктивных мероприятий, направленных на повышение надежности работы стен камер шлюза, объясняется недостаточной их обоснованностью, в первую очередь неправильной оценкой нагрузок от грунта обратной засыпки стен камер шлюзов.

4. По данным эксплуатационного персонала, схожие проблемы имеют место и при эксплуатации камер ряда других шлюзов Канала им. Москвы.

5. Обеспечить надежную работу стен камер шлюзов принципиально можно тремя способами:

а) усилить стены таким образом, чтобы они воспринимали максимальную суммарную нагрузку от давления грунта и гидростатического давления;

б) разгрузить стены камер, чтобы при существующей конструкции они могли воспринимать нагрузку пониженной величины;

в) комбинацией первых двух способов.

6. Несмотря на все ранее выполненные исследования, неизвестным остается принципиальный вопрос о величине максимальной нагрузки от давления грунта. Ранее выполненные модельные исследования и проведенные в составе настоящей работы контрольные расчеты позволили определить только нижнюю границу нагрузки от давления грунта, при которой стены камеры шлюза № 2 получают повреждения (трещина в районе блочного шва).

Для обеспечения безаварийной эксплуатации судовых сооружений Канала имени Москвы в длительной перспективе необходимо безотлагательно возобновить широкомасштабные исследования напряженно деформированного состояния камерных стен для разработки и реализации обоснованного проекта их реконструкции или капитального ремонта.

#### Литература

1. *Материалы Правительственной комиссии по приему Канала Москва — Волга. Гидротехническая секция. Бетонная группа. 1937 г.*

2. *Состояние стенок камеры шлюза № 2 Канала имени Москвы по материалам натурных наблюдений: отчет. НИС Гидропроект, Москва, 1966.*

3. *Шлюз № 2. Капитальный ремонт западной стенки камеры. Рабочие чертежи. Статические расчеты, НИС Гидропроект, Дедовск, 1969.*

4. *Оценка напряженно деформированного состояния стен камеры шлюза № 2 Канала имени Москвы: отчет. Москва, 2012.*

# 5.

91–112

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ

Дизельгенераторы, насосы, приводы буровых, погрузчики, бульдозеры, камнедробилки, трубоукладчики, карьерное оборудование...

ПРИ ЗАКАЗЕ ОБОРУДОВАНИЯ ТРЕБУЙТЕ ТЕХНИКУ С ДВИГАТЕЛЕМ VOLVO!

МЫ ОБЕСПЕЧИМ ВАМ:

- сервис европейского уровня
- поставку запасных частей, соответствующую мировым стандартам
- специальную программу поддержки крупных удаленных клиентов

Вопросы – по e-почте  
Подробности – на сайте

volvopenta.ru@volvo.com  
www.volvopenta.com/industrial



**VOLVO PENTA**

Volvo Penta входит в Группу Volvo



# ТЕХНОЛОГИЯ РАСШИРЕНИЯ НАЛИВНОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО ЗЕМЕЛЬНОГО ОТВОДА



**Неретин А. В.,**  
старший научных сотрудник  
ОАО «Иргиредмет», г. Иркутск



**Пятаков В. Г.,**  
доктор техн. наук, нач. отд.  
ГТС и разработки россыпных  
месторождений  
ОАО «Иргиредмет»

## Tailings Impoundment Life Extension within a Restricted Allotment

Alexander V. Neretin, Victor G. Pyatakov

Irkutsk Research Institute of Precious and Rare Metals and Diamonds (OAO "Irgiredmet")

This paper describes two options of the construction of tailings storage cell No. 3 in addition to the existing three tailings storage cells Nos 0, 1, 2 within a restricted allotment, where no soil excavation for dam construction outside the allotment is permitted.

Option One provides total dam construction and extension within a short time, whilst Option Two includes staged dam construction for 27 years. The performance of Option Two is only possible when tailings storage cell No. 3 is divided into two sections and one of these sections is used as a temporary soil stockpile.

The obtained results showed that Option Two affords the following benefits compared with Option One:

- a reduction in soil excavation of 5.3 million cubic meters;
- a reduction in investments of 244 million RUB with over 27 years extended investment period.

Комплекс гидротехнических сооружений действующего предприятия служит для складирования хвостов двух золотоизвлекательных фабрик. До 2011 г. их суммарная производительность по переработке руды составляла 1800 тыс. т/год. После проведения реконструкции фабрик производительность по переработке руды достигнет 4500 тыс. т/год.

Хвостохранилище включает три существующие очереди (№№ 0, 1, 2) и одну проектируемую № 3 (рис. 1). В настоящее время складирование хвостов в очереди № 0 и № 1 прекращено. Действующая очередь № 2 хвостохранилища обеспечит



**Рис. 1.** Обзорная карта расположения площадок хвостохранилища: №№ 0 и 1 — законсервированы; № 2 — действующее; № 3 — проектируемое

складирование хвостов при росте суммарной годовой производительности по переработке руды до 4500 тыс. т/год в течение 3–4 лет с момента ее пуска в 2011 г. Для дальнейшей деятельности предприятия было принято решение о расширении хвостохранилища путем строительства очереди № 3.

При проектировании наращивания очереди № 2 и строительстве очереди № 3 хвостохранилища следовало учесть следующие обстоятельства:

- ведение работ по расширению хвостохранилища (наращивание дамбы очереди № 2 и строительство дамбы очереди № 3) без остановки работы золотоизвлекательных фабрик;
- комплекс хвостохранилища располагается в долине ручья, по бортам которой расположены лесные угодья первой группы, в связи с чем площадь земельного отвода ограничена (рис. 2);



**Рис. 2.** План земельного отвода для расширяемого хвостохранилища

- выемка грунта для наращивания дамбы очереди № 2 и строительства дамбы очереди № 3 должна производиться только из карьера, расположенного в чаше хвостохранилища очереди № 3.

При проектировании были рассмотрены два варианта решения задачи:

1. Нарращивание дамбы очереди № 2 и строительство дамбы очереди № 3 хвостохранилища сразу на проектную высоту 314 м (максимальная высота дамбы 35 м).

2. Поэтапное наращивание дамбы очереди № 2 и поэтапное строительство дамбы очереди № 3 хвостохранилища на проектную высоту 314 м (высота пионерной дамбы составляет от 8 до 18 м, высота дамб наращивания 5 м). При этом наращиваемые дамбы частично опираются на пляж, что позволяет существенно снизить объем земляных работ [1].

### Преимущества варианта № 1:

- расширение комплекса хвостохранилищ в короткий срок (8–9 года);
- укладка труб пульповодов и оборотного водоснабжения производится один раз до конца эксплуатации.

### Недостатки варианта № 1:

- относительно большой объем земляных работ (19,2 млн м³); выполнение значительного объема земляных работ в течение короткого периода (8–9 лет);
- значительные капитальные затраты на наращивание и строительство дамб хвостохранилища очереди №№ 2 и 3 в течение короткого срока;
- ведение работ по выемке грунта из обводненного карьера в чаше очереди № 3 хвостохранилища для строительства дамб до глубины 12–14 м, что увеличивает водоприток в карьер и требует специальных мероприятий по его осушению.

### Преимущества варианта № 2:

- меньший объем земляных работ для строительства дамб очереди №№ 2 и 3 хвостохранилища;

- снижение капитальных затрат на наращивание и строительство дамб очереди №№ 2 и 3 хвостохранилища за счет уменьшения объема земляных работ;
- выполнение земляных работ растягивается по времени (27 лет).

### Недостатки варианта № 2:

- после строительства пионерной дамбы очереди № 3 грунтом из ее же чаши в дальнейшем возникает проблема, — каким грунтом вести поэтапное наращивание пионерной дамбы очереди № 3 и дамбы очереди № 2 хвостохранилища, т. к. очередь № 3 будет введена в действие после заполнения очереди № 2 (через 3–4 года);
- требуются дополнительные финансовые затраты на перекладку пульповодов и водоводов оборотного водоснабжения при каждом последующем этапе наращивания дамбы.

Преимущества варианта № 2 по размерам капитальных вложений при сравнении с вариантом № 1 оказались весьма весомыми, поэтому был проведен поиск технических решений для реализации этого варианта без открытия карьера грунта за пределами земельного отвода.

В результате сравнения различных технических схем предложено разделить чашу очереди № 3 на две секции: №№ 3-1 и 3-2 (рис. 3).

Причем на площади секции № 3-2 планируется временно разместить склад грунта, вынуженного из чаши секции № 3-1, который в дальнейшем пойдет на поэтапное наращивание дамб очереди №№ 2 и 3.

Последовательность работ по складированию хвостов и строительству дамб ведется в следующей последовательности:

1. Складирование хвостов в действующую очередь № 2 хвостохранилища. Одновременно ведутся работы по строительству пионерной дамбы очереди № 3, состоящей из двух секций № 3-1 (чаша хвостохранилища) и № 3-2 (временный склад грунта).



**Рис. 3.** Схема разделения чаши очереди № 3 на две секции



Показатели	№№ варианта		Разница показателей
	Вариант № 1	Вариант № 2	
Срок эксплуатации, лет	29	29	–
Объем укладки хвостов, млн м <sup>3</sup>	75,6	75,6	–
Средняя глубина карьера по выемке грунта для наращивания и строительства дамб очереди №№ 2 и 3 хвостохранилища, м	12–14	5–6	7–8
Объем укладки грунта для строительства дамб очереди №№ 2 и 3 хвостохранилища, млн м <sup>3</sup>	18,3	7,8	10,5
Прочие земляные работы (в том числе создание временного склада грунта), млн м <sup>3</sup>	0,9	6,1	5,2
<b>Всего земляных работ, млн м<sup>3</sup></b>	<b>19,2</b>	<b>13,9</b>	<b>5,3</b>
Время строительства, лет	8	27	19
<b>Стоимость сооружения хвостохранилища очереди №№ 2 и 3 на весь срок эксплуатации, млн руб., в том числе:</b>	<b>1232,831</b>	<b>988,880</b>	<b>-243,951</b>
земляные работы, млн руб.	779,769	564,520	-215,249
наружные сети и сооружения водоснабжения (в том числе перекладка пульповодов и водоводов оборотного водоснабжения), млн руб.	145,093	172,746	+27,653
прочие затраты, млн руб.	307,969	251,614	-56,355

Табл. 1. Сравнение вариантов расширения хвостохранилища



Рис. 4. План заполнения очереди №№ 2 и 3 хвостохранилища на окончание эксплуатации

2. Складирование хвостов в секцию № 3-1 очереди № 3 хвостохранилища. Одновременно ведутся работы по первому наращиванию дамбы очереди № 2.

3. Складирование хвостов в наращенную очередь № 2. Одновременно ведутся работы по первому наращиванию дамбы очереди № 3.

4. Складирование хвостов в наращенную секцию № 3-1 очереди № 3. Одновременно ведутся работы по второму наращиванию дамбы очереди № 2.

5. Складирование хвостов в наращенную очередь № 2. Одновременно ведутся работы по второму наращиванию дамбы очереди № 3.

6. Складирование хвостов в наращенную секцию № 3-1 очереди № 3. Одновременно ведутся работы по третьему наращиванию дамбы очереди № 2.

7. Складирование хвостов в наращенную очередь № 2. Одновременно ведутся работы по третьему наращиванию дамбы очереди № 3.

8. Складирование хвостов в наращенную секцию № 3-1 очереди № 3. Секция № 2 консервируется, на пляж

хвостохранилища вывозятся остатки грунта с площади временного склада грунта (секция № 3-2, очередь № 3) для четвертого наращивания дамб очереди № 3.

9. Складирование хвостов в наращенную секцию № 3-2 очереди № 3 (площадь временного склада грунта). Одновременно ведутся работы по четвертому наращиванию дамбы секции № 3-1 очереди № 3.

10. Складирование хвостов в наращенную секцию № 3-1 очереди № 3 (площадь временного склада грунта). Одновременно ведутся работы по четвертому наращиванию дамбы секции № 3-2 очереди № 3.

11. Складирование хвостов в наращенную секцию № 3-2. По окончании складирования хвостохранилище подлежит консервации.

Результаты сравнения двух вариантов расширения хвостохранилища приведены в табл. 1.

Как видно по результатам расчетов, вариант № 2 с созданием временного склада грунта позволяет увеличить срок расширения хвостохранилища на 19 лет, уменьшить суммарные объемы земляных работ на 5,3 млн м<sup>3</sup> и снизить затраты на 244 млн руб.

Окончательный план заполнения очереди №№ 2 и 3 хвостохранилища по варианту № 2 на последний год эксплуатации приведен на рис. 4.

**Литература**

1. Пятаков В. Г., Неретин А. В. *Технология наращивания дамбы хвостохранилища в районах распространения многолетней мерзлоты // Гидротехника. 2011. № 4. С. 92–93.*

**ОАО «ИРГИРЕДМЕТ»**

664025 г. Иркутск, бульвар Гагарина, 38  
Тел. (3952) 25-51-58, факс: (3952) 33-08-95, 33-08-33  
www.irgiredmet.ru



ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ОТ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДИТЕЛЯ

8 [495] 645 91 77

**КОМПАНИЯ ООО «НПО СЛАВРОС» — КРУПНЕЙШИЙ РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ЭКСТРУЗИОННЫХ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**



**Геомембрана «СЛАВРОС» — полимерный, рулонный, изолирующий материал**

**Преимущества материала «СЛАВРОС»:**

- Материал абсолютно не токсичен, не опасен для здоровья человека;
- Устойчив к ультрафиолетовому излучению и окислению;
- Обладает высокой механической прочностью на растяжение, прокол, продавливание, износ;
- Устойчив к воздействию химических компонентов (рН 0,5–13);
- Абсолютно водонепроницаем;
- Легко варится горячим воздухом;
- Ширина одного рулона до 7 м;
- Срок службы более 80 лет.

**Области применения геомембраны «СЛАВРОС»:**

- Полигоны ТБО и ПО (полигоны для хранения бытовых и промышленных отходов);
- Гидроизоляция, химическая защита, устройство задвижек и каре резервуаров;
- Золоотвалы;
- Хвостохранилища, шламохранилища;
- Полигоны выщелачивания золота;
- Гидроизоляция открытых водохранилищ (озёр, прудов, водоёмов);
- Гидроизоляция оросительных каналов и водоводов, каскадных водных сооружений;
- Строительство портовых сооружений;
- Вертикальные завесы;
- В качестве защитных противодиффузионных экранов полигонов хранения нефтепродуктов и отходов бурения;
- Облицовка дренажей, бетонных и металлических резервуаров;
- Приёмники промышленных, бытовых стоков, кислотных и щелочных растворов;
- Гидроизоляция фундаментов зданий и сооружений;
- Устройство химически-стойких газопроводов;
- В качестве разделительных полок в сепараторах и отстойниках;
- На птицефабриках и помещениях для содержания скота в линиях удаления навоза;
- Помещения для хранения минеральных удобрений.






Георешетка «СЛАВРОС СД» — материал в виде плоской, двуосноориентированной георешетки с прямоугольной ячейкой, специально разработан для усиления несущих оснований дорожной одежды, а также для строительства на слабых грунтах и основаниях.



Геокомпозитный материал «СЛАВРОС-ДРЕНАЖ» — применяется для отвода воды в плоскости полотна на линейных и площадных объектах.



Георешетка «СЛАВРОС СО» — конструкция с длинными и узкими ребрами, ориентированными в одном направлении для создания устойчивости грунтовых конструкций на сдвиг.



Георешетка «СЛАВРОС ГР» — объемный каркас для укрепления откосов земляного полотна и различных сооружений.

**ПРОИЗВОДСТВО**

Россия, 109012, г. Москва,  
ул. Варварка, д.14, стр.1, оф.501

**ПОСТАВКИ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

тел./факс: +7 (495) 645 9177  
e-mail: geosintetika@slavrosgeo.ru  
www.slavrosgeo.ru

**МОНТАЖ**



# ЗАО «ОХТИНСКИЙ ЗАВОД СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН»

## ОЗСМ

**производит и поставляет:**

**ВИБРОПГРУЖАТЕЛИ**  
с гидравлическим и электрическим приводом

- предназначены для погружения в водонасыщенные песчаные и пластичные глинистые грунты и извлечения из них металлического шпунта, труб, свай и других свайных элементов
- рассчитаны для совместной работы с кранами, экскаваторами, копровыми направляющими и иными видами базовых машин

**ВИБРОГРЕЙФЕРЫ**

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

**поставляет и обслуживает:**

**Самходные буровые установки**  
**IMT International S.p.A. (Италия)**

- предназначены для сооружения буронабивных и буросекущих свай

**Малые и средние буровые установки**  
**TEREDO S.r.l. (Италия)**

- предназначены для геологических изысканий, инъектирования, устройства грунтовых анкеров, разработки геотермальных источников, проходки скважин на воду

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



## ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННАЯ ЗАЩИТА ОСНОВАНИЯ СОЛЕОТВАЛОВ



**Бутырский И. М.,**  
начальник сектора  
гидротехнических сооружений  
отдела гидротехнических  
сооружений и охраны окружающей  
среды (ОАО «Галургия»)



**Вострецов С. П.,**  
начальник отдела гидротехнических  
сооружений и охраны окружающей  
среды (ОАО «Галургия»)

*The scheme of salt dump base impervious protection as combination of screen and above the screen drainage system is proved. Availability of clay soils layer of natural addition at the base of salt dump as impervious screen is seen.*

### Общие сведения

Солеотвалы являются объектами размещения технологических отходов калийной промышленности — галитовых отходов (солеотходов). Специфическая их особенность — значительное (96–99%) содержание в составе их твердой фазы легкорастворимых солей, в основном хлоридов и сульфатов натрия, калия, магния. Твердая фаза солеотходов содержит также до 2% нерастворимого остатка (н. о.), некоторое количество остаточных химических реагентов.

Основным источником негативного влияния на объекты окружающей среды при размещении галитовых отходов на земной поверхности является образование и миграция высокоминерализованных стоков (рассолов). Большая часть рассолов стекает по рельефу поверхности грунтового основания солеотвала, отводится рассолосборными канавами в рассолосборники, откуда затем перекачивается на обогатительную фабрику для использования в процессах обогащения руды. Некоторое количество рассолов мигрирует в окружающую среду путем фильтрации через грунтовое основание в горизонты подземных вод.

По данным гидрогеомиграционного моделирования загрязнения подземных горизонтов объектами размещения солеотходов калийных предприятий [1], 80–85% фильтрующихся рассолов с плотностью до 1,2 г/мл благодаря фактору плотностной конвекции погружаются на значительную глубину и аккумулируются в надсолевом рассольном горизонте ниже зоны активного водообмена в отрицательных геологических структурах соляно-мергельной толщи. Остальная часть рассолов смешивается с пресными подземными водами верхних водоносных горизонтов в зоне активного водообмена с частичной разгрузкой в поверхностные воды.

Как показывают результаты режимных наблюдений, обобщенные в отчетах по инженерно-экологическим изысканиям [2, 3], зона воздействия объектов хвостового хозяйства на приповерхностную гидросферу (ореол засоления) в направлении вверх по потоку подземных вод ограничивается границами самих объектов, вниз по потоку подземных вод распространяется на 3–5 км при ширине 2–3 км.

### Формирование стока рассолов солеотвала

Приток рассолов к основанию солеотвала включает две составляющие:

- технологические («первичные») рассолы;
- вторичные рассолы, образующиеся при растворении солеотходов атмосферными осадками.

Технологические рассолы образуются вследствие гравитационного обезвоживания солеотходов. При размещении солеотходов сухой отсыпкой происходит снижение их влажности от первоначального значения 6–8% до остаточного 2–3%; сток технологических рассолов составляет 60–80 м<sup>3</sup> на 1000 т твердой фазы солеотходов. При размещении солеотходов гидронамывом сток технологических рассолов увеличивается до 250–280 м<sup>3</sup> на 1000 т твердой фазы солеотходов, из них около 200 м<sup>3</sup>/1000 т составляют циркуляционные (оборотные) рассолы, которые по системе сборных, аккумулирующих и подающих устройств должны быть возвращены на поверхность солеотвала для формирования пульпы солеотходов для гидронамыва.

Вторичные рассолы образуются вследствие растворения солеотходов атмосферными осадками.

Сток технологических рассолов имеет значительную интенсивность при ограниченной площади влияния и продолжительности, т. к. формируется на локальных участках (конус свежей отсыпки, участок гидронамыва). Сток вторичных рассолов имеет значительно меньшие удельные (на единицу площади) значения, но в то же время имеет неограниченную во времени продолжительность, а его влияние распространяется на всю площадь солеотвала. Поэтому в долгосрочном плане потенциальный вклад вторичных рассолов в формирование фильтрации в основание солеотвала является более существенным по сравнению с технологическими рассолами.

### Противофильтрационная защита. Основные положения

Фильтрационными расчетами установлено, что при отсутствии специальных противофильтрационных мероприятий слой инфильтрации рассолов в основание солеотвала достигает 500 мм/год [4], что соответствует среднему годовому слою вторичных рассолов для солеотвалов на террито-



рии Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (ВКМКС).

Одной из основных задач проектирования объекта размещения галитовых отходов является снижение фильтрации рассолов в основание солеотвала, перехват и отведение рассолов с целью их дальнейшего использования в технологическом процессе. Этого можно достичь устройством противофильтрационной защиты основания солеотвала.

При проектировании солеотвала прорабатываются различные варианты противофильтрационной защиты. Оптимизация решений основана на фильтрационном расчете каждого варианта, выполняемом в предположении движения фильтрационного потока от центра солеотвала к зонам разгрузки и переменного по пути расхода за счет:

- а) притока вторичных рассолов;
- б) разгрузки рассолов из тела солеотвала через его борта в дренажи и путем инфильтрации в основание.

Набор возможных вариантов противофильтрационной защиты следует из формулы Дарси, согласно которой в случае одномерной вертикальной фильтрации удельный (на единицу площади) расход фильтрации прямо пропорционален коэффициенту фильтрации водоупорного слоя и действующему напору на него, обратно пропорционален мощности водоупорного слоя. Исходя из этого, для снижения фильтрации необходимо либо уменьшать первые две величины, либо увеличивать третью.

В практике проектирования под противофильтрационной защитой понимают обычно устройство экранов различной конструкции, а под эффективностью противофильтрационной защиты — степень снижения фильтрации за счет экрана (нередки также утверждения, что применение экрана рекомендуемой конструкции полностью исключает фильтрацию, однако абсолютно непроницаемых экранов не существует). Когда речь идет о мероприятиях по предотвращению фильтрации из водоема, канала, накопителя жидких отходов — такой подход правомерен, поскольку в этих случаях напор есть величина практически постоянная, определяемая уровнем воды в водоеме. Однако для объектов, подобных солеотвалу (отвалов вообще), которые по условиям безопасной эксплуатации не должны иметь значительных по высоте водонасыщенных зон, такой подход неприемлем.

Результаты выполненных фильтрационных расчетов показывают, что при абсолютно непроницаемом основании максимальная мощность рассолонасыщенной зоны и высота высачивания фильтрационного потока на откос солеотвала достигают недопустимо больших значений (максимальная мощность более 50% от общей высоты солеотвала, высота высачивания — до 20%), с высокой вероятностью оползания откосов и развития аварийных ситуаций. Следовательно, для солеотвала, независимо от конструкции применяемого экрана, обязательной составляющей противофильтрационной защиты должны быть мероприятия по снижению мощности рассолонасыщенной зоны (следовательно, и значений действующих напоров) до минимально возможного уровня.

Задача снижения мощности рассолонасыщенной зоны и напора на экран решается путем создания развитой системы надэкрановых дренажей различной конструкции.

Таким образом, универсальным (и обязательным во всех случаях) решением противофильтрационной защиты основания солеотвала является комбинация противофильтрацион-

ного экрана и надэкрановой дренажной системы. Варианты решений противофильтрационной защиты назначаются с целью поиска оптимального сочетания конструктивных решений экрана и дренажа при обязательном учете местных условий (рельеф, геологическое строение, гидрогеологические условия).

#### Противофильтрационные экраны солеотвалов

##### Классификация экранов

Конструктивные решения противофильтрационных экранов сводятся к двум основным типам:

- искусственный экран с применением геосинтетических материалов;
- естественный глинистый экран.

Первый вариант представляет собой экран с геомембраной из синтетических материалов. В фильтрационных расчетах учитывается реальная проницаемость искусственно-го экрана с учетом его повреждений от воздействия водной эрозии и температурных деформаций [5].

Во втором варианте толща глинистых грунтов в основании солеотвала рассматривается как естественный экран, проницаемость которого определяется по данным инженерно-геологических изысканий и исследований.

##### Искусственные экраны

Для устройства искусственных экранов используются, как правило, геомембраны из полиэтиленового листа толщиной 1,5–2 мм. Лист поставляется рулонами шириной от 3 до 9 м (обычно 5–6 м), площадь в развернутом состоянии порядка 500 м<sup>2</sup>. Листы свариваются между собой внахлест двойным швом при помощи специальных сварочных аппаратов.

Экран с полиэтиленовой мембраной (пленочный экран) при качественном выполнении монтажных работ теоретически непроницаем. Однако практически применение пленочных экранов на солеотвалах в условиях пересеченного рельефа неэффективно. Пленочный экран сильно повреждается от водной эрозии [5], в нем вследствие развития больших термоусадочных деформаций при сезонных колебаниях температуры могут образовываться разрывы. Кроме того, по поверхности пленочного экрана создается искусственная поверхность скольжения, приводящая в условиях пересеченного рельефа к резкому снижению устойчивости откосов солеотвала. Последний недостаток может быть компенсирован применением полиэтиленового листа со структурированной поверхностью (искусственная шероховатость, шипы), однако такая мембрана значительно дороже гладкой.

Другой тип искусственных экранов основан на применении геомембран из геосинтетического материала «Бентомат» различных марок, представляющего собой гранулы бентонитовой глины в каркасе из двух соединенных между собой слоев полипропиленового геотестеля. Преимущества этого материала — малая повреждаемость, самозалечивание проколов, технологичность и малые затраты на монтаж. Как и для полиэтиленовых мембран, остается проблема создания искусственной поверхности скольжения.

К общим недостаткам искусственных экранов следует отнести их чрезвычайно высокую стоимость, которая с учетом сопутствующих подготовительных и земляных работ составляет 15–20 долларов на 1 м<sup>2</sup> экрана.

##### Глиняные экраны

Для объектов размещения отходов 4–5 классов опасности действующими нормативными документами [6] допускается применение экранов из глинистых грунтов. Достаточной

защитой считается экран из уплотненного глинистого грунта с коэффициентом фильтрации не более 10–5 см/с (0,01 м/сут). Однако имеется ряд факторов, которые не позволяют применить эту рекомендацию при устройстве противофильтрационной защиты оснований солеотвалов, в частности:

- проницаемость глинистого грунта при долговременном контакте с рассолами увеличивается в несколько раз, поэтому слой искусственно уплотненного глинистого грунта мощностью 0,5–1 м может оказаться недостаточной защитой;
  - тонкий (относительно высоты солеотвала) глинистый слой в основании представляет собой искусственную поверхность скольжения аналогично экранам с геомембранами.
- В связи с изложенным, искусственные глинистые экраны для противофильтрационной защиты оснований солеотвалов на Верхнекамском месторождении не применяются.

Солеотвалы калийных предприятий ВКМКС располагаются, как правило, на площадках с сильно пересеченным рельефом. Грунтовое основание слагают трещиноватые породы пестроцветной или терригенно-карбонатной толщи, перекрываемые с поверхности чехлом глинистых четвертичных отложений. Значительная их мощность (в среднем, 6–9 м, местами до 15 м), выдержанность по простиранию и низкие значения коэффициентов фильтрации дают основание рассматривать толщу глинистых грунтов в основании солеотвала в качестве естественного противофильтрационного экрана.

Мощность экрана определяется природными факторами. При проектировании важно определить распределение мощности глинистых грунтов естественного залегания по площади с тем, чтобы: а) иметь возможность рассчитать фильтрационные расходы по участкам с различной мощностью экрана; б) выявить гидрогеологические окна, где вследствие недостаточной мощности экрана возможны повышенные фильтрационные расходы. Проектными решениями предусматривается усиление экрана на участках его недостаточной мощности за счет укладки дополнительных слоев глинистых грунтов либо устройства локальных экранов с геомембранами.

Согласно опытным данным, по мере увеличения глубины залегания проницаемость (коэффициент фильтрации) глинистых грунтов снижается. Существенное влияние на проницаемость естественного глинистого экрана оказывают также техногенные факторы — химический состав и физические характеристики фильтрующейся жидкости, уплотнение под весом солеотвала.

При длительной фильтрации рассолов коэффициенты фильтрации глинистых грунтов основания сначала увеличиваются, затем уменьшаются относительно максимальных значений в несколько раз [7, таблица 21.3].

В реальных условиях глинистые породы подвергаются дополнительному уплотнению под давлением до 2 МПа, создаваемым массой солеотвала, вследствие чего они становятся более плотными, что подтверждается данными инженерно-геологических изысканий, выполненных на существующем солеотвале [8, 9]. Поскольку коэффициент фильтрации глинистых грунтов при прочих равных условиях находится в обратной зависимости от пористости, то можно предположить, что проницаемость грунтов, подвергшихся дополнительному уплотнению от веса солеотвала, ниже, чем тех же грунтов в плотности естественного залегания.

Таким образом, имеются два фактора противоположной направленности, один из которых (физико-химическое взаимодействие) действует в направлении увеличения проницаемости, другой (механическое уплотнение) способствует снижению проницаемости.

На основании данных экспериментальных исследований, выполненных в 1970-х гг. [10], можно сделать вывод, что конечный результат одновременного влияния длительной фильтрации рассола и уплотнения глинистого грунта — снижение его коэффициента фильтрации.

#### Дренаж оснований солеотвалов

Дренажные сооружения в основании солеотвала предназначены для обеспечения безопасных условий пропуска рассолов под солеотвалом. Дренажная система обеспечивает перехват и отвод рассолов из тела солеотвала, без выноса твердых частиц солеотходов. Благодаря этому предотвращается развитие карстовых полостей в солеотвале над тальвегами логов по наиболее опасной схеме «снизу вверх», завершающей стадией которых является образование воронок провального типа. Дренажное основание обеспечивает также снижение уровня рассолонасыщенной зоны солеотвала, уменьшение гидростатического напора на противофильтрационный экран и снижение фильтрации, способствует повышению устойчивости солеотвала в неблагоприятных условиях сильно пересеченного рельефа.

Конструкция дренажа должна обеспечивать:

- прием рассолов сверху, из тела солеотвала;
- достаточную пропускную способность для обеспечения технологического оборотного рассолоснабжения.

Также необходимо учитывать то, что нагрузка на основание при высоте солеотвалов до 100 м и более накладывает ограничения на использование труб в дренаже.

Материалы, используемые при устройстве дренажа, должны обладать высокой коррозионной стойкостью, в связи с этим использование железобетонных, керамических, металлических труб в дренаже солеотвалов невозможно.

С учетом изложенных выше требований к дренажу, разработано решение по устройству дренажа в основании солеотвалов («Способ создания дренажа в основании накопителей отходов», патент № 2368729, патентообладатель ОАО «Галургия», автор. С. П. Вострецов).

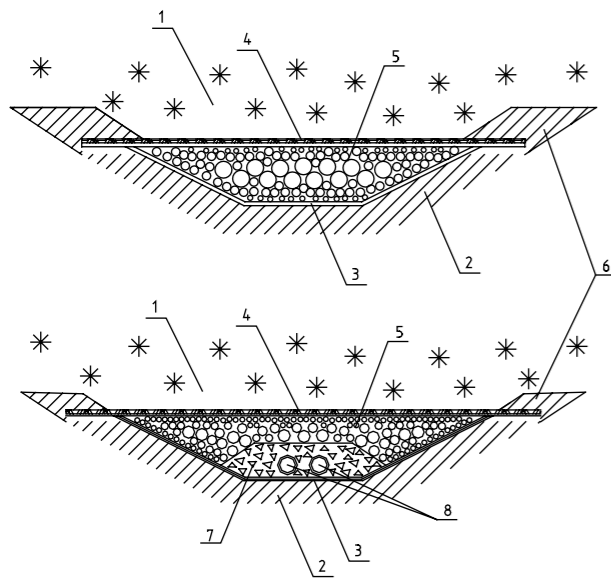
Дренаж выполняется устройством распределенных по площади основания беструбчатых дрен в виде заглубленных в грунт дренажных траншей с фильтрующим заполнителем и с поверхностным защитным слоем в виде обратного фильтра.

Ядро дрены формируется из хлыстов древесины (прямых стволов без веток, сучьев, комлей и вершин), получаемых от сводки леса на площадке размещения солеотвала и укладываемых в дренажную траншею в направлении оси дрены. Древесина в соляном растворе без доступа воздуха с течением времени набирает прочность и не подвержена разложению.

Применение таких беструбчатых дрен обеспечивает:

- высокую пропускную способность благодаря наличию каналобразных пустот между хлыстами древесины, ориентированными в направлении оси дрены, и большой суммарной площади сечения этих каналов;
- повышенную прочность на раздавливание благодаря использованию цельных стволов круглого сечения, в отличие от полых трубы кольцевого сечения;





**Рис. 1.** а) беструбчатая дрена; б) дрена с перфорированной стеклопластиковой трубой: 1 — солеотходы; 2 — основание; 3 — подготовка по бортам и дну дренажной траншеи; 4 — защитный слой в виде обратного фильтра; 5 — ядро дрены из хлыстов древесины; 6 — сопрягающая призма из суглинки; 7 — дренажная призма из щебня изверженных пород; 8 — трубы стеклопластиковые перфорированные

• высокую коррозионную стойкость конструкции дрены благодаря работе древесины в условиях постоянного химического и температурно-влажностного режима. Конструктивная схема беструбчатой дрены представлена на рис. 1, а.

Беструбчатая дрена предназначена для работы в течение длительного времени, в т. ч. по окончании формирования солеотвала. Поэтому она рассчитывается на прием и отведение в основном вторичных рассолов. Для увеличения пропускной способности дрены в период размещения солеотходов в нее при необходимости укладываются стеклопластиковые перфорированные трубы, обладающие высокими прочностными характеристиками и стойкие к агрессивному воздействию рассолов. При этом допускается, что срок службы стеклопла-



**Рис. 2.** Дренажная система и искусственный экран на участке расположения гидрогеологического окна в основании солеотвала

стиковой трубы может оказаться меньше, чем деревянной части дрены.

Конструктивная схема дрены с перфорированной стеклопластиковой трубой представлена на рис. 1, б.

В случае если начало размещения солеотходов на подготовленном участке по какой-либо причине задерживается, для предотвращения гниения древесины и защиты дренажных коллекторов и рядовых дрен от воздействия водной эрозии (размыв талыми и дождевыми водами) выполняется их пригрузка солеотходами (рис. 2).

**Литература**

1. Гидрогеологическая модель площадки расширения солеотвала СКРУ-2: Отчет о НИР / ЕНИ ПГУ, 2007.
2. Отчет по инженерно-экологическим изысканиям по объекту «ОАО «Уралкалий». СКРУ-3. Отработка шахтного поля рудника. Шифр 22.108-ИЗ.ЭК. ПГНИУ, 2011.
3. Отчет по инженерно-экологическим изысканиям по объекту «ОАО «Уралкалий». БКПРУ-2. Шифр 02.152-ИЗ.ЭК. ЕНИ ПГНИУ, 2011.
4. Вострецов С. П. Фильтрационный расчет солеотвала. Экологические проблемы районов деятельности калийных предприятий: сборник научных трудов. Л.: ВНИИГ, 1989. Стр. 54–68.
5. Вострецов С. П. Оценка повреждаемости пленочных экранов. Сборник научных статей. Пермь: ОАО «Галургия», 2002. Стр. 232–242.
6. СНиП 2. 01-28-85. Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию.
7. Гидротехнические сооружения. Справочник проектировщика под ред. проф. В. П. Недриги. М.: Стройиздат, 1983.
8. Отчет об инженерно-геологических изысканиях по объекту «ОАО «Уралкалий». Расширение солеотвала БКПРУ-4 (III очередь). Разработка рекомендаций по подготовке соляного основания по магистральный конвейерный тракт на поверхности I очереди солеотвала. Шифр 35/11-из-ТИГ. Березники: ООО «Персил», 2011.
9. Отчет об инженерно-строительных изысканиях по объекту «ОАО «Уралкалий». Расширение солеотвала БКПРУ-4 (III очередь). Разработка рекомендаций по подготовке соляного основания по магистральный конвейерный тракт на поверхности I очереди солеотвала. Шифр 35/11-из-ТИГ. Пермь: ОАО «КамНИИКИГС», 2011.
10. БКК-2. Отчет об изучении фильтрационных физико-механических свойств грунтов основания солеотвалов и чаши шламохранилища. Шифр 1/49431. Предприятие п/я В-2413. Москва, 1971.



**ОАО «Уральский научно-исследовательский и проектный институт галургии» (ОАО «ГАЛУРГИЯ»)**

Сибирская ул., д. 94, г. Пермь, 614002  
Тел.: (342) 216-68-17, факс: (342) 216-01-09, 216-53-35  
[www.gallurgy.ru](http://www.gallurgy.ru)  
[mail@gallurgy.ru](mailto:mail@gallurgy.ru)



9-я международная выставка экологических технологий и инноваций

23 – 25 октября 2012 года  
Москва, КВЦ «Сокольники»

получите билет на сайте

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

- Управление отходами и рециклинг
- Альтернативная энергетика
- Водоочистка и водоподготовка
- Экология города

Организатор: **MVK**  
Тел.: +7 (495) 935 81 00  
E-mail: [gazaryandevik.ru](mailto:gazaryandevik.ru)

При поддержке: Ассоциация «Экология», ММСП, и другие организации.

Генеральный информационный партнер: **ТБС** (Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии)



## ФЕНОМЕН «ТРЕСТА ЗАПСИБГИДРОСТРОЙ». К 35-ЛЕТИЮ КОМПАНИИ

*The article is devoted to the 35-th Anniversary of "Trest Zapsibgidrostroy". "Trest Zapsibgidrostroy" is one of the leading construction companies in Russia which owns the development of construction technology with using of welded tubular dowel. There are the main achievements, technologies and objects constructed by the company in the article.*

О «Тресте Запсибгидрострой» написано множество статей как в популярных, так и в специализированных изданиях, в том числе и наш журнал не единожды публиковал материалы о разработках и опыте этой компании. Безусловно, не рекламные задачи стимулируют внимание журналистов, поскольку практически во всех направлениях строительной отрасли «Трест Запсибгидрострой», его продукцию и возможности хорошо знают профессионалы и заказчики, кроме того, имя компании, что называется, на слуху у многих чиновников и просто жителей нашей страны, далеких от строительства. Есть в этой компании что-то особенное, уникальное в своем роде, что прослеживается в истории ее стремительного развития и богатейшем опыте настоящего, тяжелейшем труде и при этом способности к инновационным решениям, которым нет аналогов. И хотя о «Тресте Запсибгидрострой» уже написана целая книга, в преддверии его 35-летнего юбилея захотелось оглянуться назад и наконец раскрыть феномен этой компании — в нашем понимании это очень важная задача. В то время, когда выдвигаются глобальные цели возрождения и развития российской промышленности, и нередко силами иностранных компаний, невольно хочется противопоставить старой мудрости — «нет пророка в своем отечестве» — опыт, знания, позицию, профессионализм наших соотечественников.

Когда видишь объекты, построенные «Трестом Запсибгидрострой», осознаешь их сложность и технологии строительства, видишь географию работ, осмысливаешь инновационные инженерные решения, реализованные специалистами этой компании, понимаешь истинный смысл и значимость гидротехники не только для всех строительных направлений, но практически всех сфер жизнедеятельности. В профессиональном багаже «Треста» десятки объектов различного назначения: порты и перегрузочные комплексы, мосты и дороги; водопропускные, причальные и берегозащитные сооружения, жилые здания и набережные, комплексы нефтегазовых месторождений. И большинство из них — в сложнейших климатических условиях Сибири, Заполярья, Арктического побережья, где необходимы не только особые профессиональные технологии, но и человеческое мужество, сила, воля.

Строительство в криолитозоне — специализация «Треста Запсибгидрострой», который и был создан в 1977 г. для строительства портов в Западной Сибири. Отметим, что в этот период, называемый сегодня «глубоким застоем», Правительством СССР было принято постановление «О развитии нефтяной и газовой промышленности в Западной Сибири в 1977–1980 гг.», благодаря чему в регионе появилось

множество дорог, речные и морские (на Карском море) порты, современные города. И уже на первом этапе работы специалисты «Треста» реализуют инновационные строительные технологии. Так, к примеру, при строительстве порта Ямбург (1983–1986 гг., проект института «Гипроречтранс») впервые в конструкции были применены термосваи и замораживающие устройства для предотвращения размораживания вечной мерзлоты. Уже в 1984 г. порт принял более 1 млн т грузов, при том что навигационный период составлял всего три месяца в году, а абсолютный минимум температуры достигал  $-56^{\circ}\text{C}$ . В короткий срок коллектив «Запсибгидростроя» успел многое сделать для развития транспортной сети Западной Сибири и Заполярья. В экстремальных климатических и геологических условиях был вложен огромный труд в обустройство нефтегазовых месторождений, в строительство крупнейших портовых перегрузочных комплексов в Нижневартовске, Сергино, Уренгое, Надыме и Ямбурге.

В одном из интервью В. В. Гончаров, генеральный директор компании на протяжении 30 лет и уже, по статусу, ветеран «Треста Запсибгидрострой», на вопрос о его жизненном кредо ответил: «Мне кажется, у человека в жизни должно быть две планки. Верхняя планка, подниматься выше которой опасно не столько для себя, сколько для окружающих. И нижняя планка — та самая, ниже которой опускаться, теряя свое достоинство, никак нельзя, потому что не только себя унизишь, но и не отдашь обществу того, что мог бы дать, и любой человек должен быть востребован, какую бы должность ни занимал». Возможно, именно в этой позиции кроется разгадка феноменальности «Треста Запсибгидрострой».

Стартовую планку, ниже которой компания не может опуститься, можно назвать однозначно — профессионализм. Не профессионалы здесь не смогут находиться по определению. На каком бы участке ни работал специалист, какую бы задачу ни решал, он должен добиться в своей работе максимально возможного результата, обеспечивая для объекта бесперебойную эксплуатацию как минимум на 60–100 лет, хотя в «Тресте» и отмечают, что этот гарантийный срок можно и снизить — ведь города развиваются, их облик обновляется, время приносит новые технологические решения. Поэтому и со стороны заказчиков принцип «доверяй, но про-

веряй» в отношении «Треста Запсибгидрострой» не действует — безупречная репутация высококлассных профессионалов позволила завоевать абсолютное доверие заказчиков и партнеров.

А вот верхняя планка для «Запсибгидростроя», казалось бы, и проявляется в конкретных задачах и объектах компании, но вдруг возникает ситуация, когда надо принять нестандартное, но единственно правильное решение, и оно становится той высотой, которую коллектив взял вроде бы и незаметно для себя, но которая оказалась намного выше заданной ранее планки. Так было в 1990-е гг., когда оставшиеся в России специалисты думали, как выжить, как заработать, и брались за любые работы, а «Трест Запсибгидрострой», невзирая на тяготы «лихого» времени, разрабатывал технологию строительства с применением трубчатого шпунта — совершенно инновационную для России, которая сегодня известна каждому строителю как технология сварного трубошпунта и используется практически во всех строительных направлениях.

Тогда же, еще до распада СССР, В. В. Гончаров инициировал новую форму экономического управления, когда каждое подразделение «Треста» стало самостоятельным юридическим лицом. Это был первый — еще в Советском Союзе! — экономический и управленческий эксперимент. Риск невероятный — потерять «Трест»: ведь приходилось работать под напором еще прочно существующей «вертикали», а для работы «в горизонталь» не было опыта. Именно разработка технологии сварного трубошпунта оказалась и уникальным инженерным решением, и связующим звеном, благодаря которому не только удалось сохранить «Трест», но и поднять его значимость и возможности на совершенно иной уровень.

Работа «Треста Запсибгидрострой» — ярчайший пример неразрывной связи науки (скорее — разных научных направлений) и практики, бесспорное доказательство того, что профессии инженера, строителя, гидростроителя столь же креативны, инновационны, сколь и скрупулезны, и опираются на научные теории. Как шутят в компании: «У нас все «онаучено». На самом деле, коллектив «Треста» имеет очень редкое сочетание важных для профессионалов качеств: все доводить до конца, до идеально возможного, и при этом не останавливаться на достигнутом, что значит, постоянно находиться



Рис. 1. Набережная р. Ангары в г. Иркутске



Рис. 2. Транспортная развязка в г. Ханты-Мансийске



Рис. 3. Пассажирский причал и набережная в г. Ханты-Мансийске



Рис. 4. Набережная административно-общественного центра, г. Москва





Рис. 5. Причал для перегрузки КТО в г. Самаре



Рис. 6. Грузовой причал в п. Саранпауль



Рис. 7. Транспортная развязка в г. Ханты-Мансийске



Рис. 8. Причал для перегрузки КТО в п. г. т. Приобье

в созидательном, конструктивном поиске, в процессе совершенствования профессиональных возможностей. На протяжении всей своей истории «Трест Запсибгидрострой» плодотворно сотрудничает с ведущими проектными и научными центрами страны — ЦНИСС, «Сибречпроект», «Гипроречтранс», «УралГипродорНИИ». Это позволило научно обосновать технологическую, экономическую и экологическую эффективность сварного трубошпунта, значительно расширить географию его применения — от Сибири до Краснодарского края. Сегодня технологией строительства конструкций типа «больверк» из трубошпунта владеют все специалисты, занятые в гидротехническом строительстве. Трудно представить, что эту технологию пришлось буквально «пробивать» и приложить немало усилий, чтобы она была «узаконена» и вошла в нормативную базу. Но и в этом вопросе В. В. Гончаров и его коллеги проявили несгибаемую волю и принципиальность, в итоге были получены 15 патентов (9 патентов — на конструкции и 6 — на полезные модели), совместно с институтом «Сибречпроект» создан Альбом унификаций для проектирования сооружений из сварного трубошпунта, разработан свод правил «Проектирование и возведение подпорных стен и водопропускных сооружений автомобильных дорог из шпунтов трубошпунта»; совместно с ЦНИИСС опубликованы «Правила производства и приемки работ при возведении причальных сооружений из трубошпунта», выпущено ТУ 5264-001-40222779-06 «Шпунт трубошпунта сварной»; наконец, в 2011 г. вступил в силу ГОСТ Р 52664-2010 «Шпунт трубошпунта сварной. Технические условия».

Эффективность технологии сварного трубошпунта доказана временем на множестве объектов. Стены из сварного трубошпунта при правильном проектировании более долговечны, чем из традиционного шпунта корытного профиля, при этом долговечность сооружения из трубошпунта может быть значительно увеличена без увеличения толщины стенок труб и расхода стали на строительство подпорных стен. Расход металла на 1 м<sup>2</sup> подпорной стены из трубошпунта зависит в основном от толщины стенки труб и практически не зависит от их диаметра. Имеющаяся небольшая разница в весе 1 м<sup>2</sup> подпорных стен из разных по диаметру трубошпунтовых свай обусловлена разной долей замков в массе стены. В то же время несущая способ-

ность трубошпунтовых свай определяется не только толщиной стенок труб, но, в большей степени, диаметром труб. Именно этот фактор является определяющим для повышения долговечности подпорных стен из трубошпунта. Надежность и эффективность технологии многократно подтверждены на объектах, где регулярно бушует природная стихия и происходят оползни, паводки, штормы.

Трубошпунт — это крайне удачное сочетание оптимальной металлоемкости (упор делается на конструктив), минимизации на стройплощадке трудозатрат и нагрузостойкости. Благодаря изначальным свойствам трубошпунта изготовленная из него конструкция позволяет без дополнительных разгрузочных устройств и даже анкеровки выдерживать колоссальные нагрузки. Экономичность его также впечатляет: масса 1 м<sup>2</sup> стенки из трубошпунта на 19–25% меньше, чем при другом виде прокатного шпунта одинаковой несущей способности. Цилиндрическая поверхность трубы уже на стенде позволяет задавать любой угол поворота стенки вплоть до отрицательного. И времени на монтаж трубошпунта высотой, к примеру, с трехэтажный дом требуется в 3 раза меньше, чем аналогичной конструкции из других материалов, например, железобетона. Также важнейший для специалистов факт: для строительства 30 км шпунтового ограждения требуется всего 3 (!) клиновые шпунтины, в то время как по СНиП на 42 м стены из 100 шпунтин допускалось наличие двух клиновых шпунтин. Нередко в «Трест Запсибгидрострой» обращаются в тех случаях, когда при строительстве нужно соблюсти жесткие экологические требования. Не всякая фирма может взяться за строительство трубошпунтовой стены свободной высотой 10 м в двух метрах от растущих деревьев (безанкерный больверк). А специалисты «Треста» делали такую работу неоднократно, поскольку технология с применением сварного трубошпунта позволяет вести строительные работы вблизи природных массивов, максимально снижая экологический ущерб.

Немаловажно, что стенки из сварного трубошпунта сами по себе выглядят эстетично, не требуя облицовки, и вписываются в архитектурные решения. Примером тому может служить один из последних объектов «Запсибгидростроя» — набережная в Иркутске, в ходе реконструкции которой была осуществлена поистине уникальная строительная операция — 1,5-километровый живописный участок береговой линии реки

Ангары менее чем за год усилиями гидростроителей «Треста Запсибгидрострой» был «одет» в броню из металлического трубошпунта. Вертикальная стена из стальных колонн, подчеркивающая величие сибирской реки, стала первым больверком в мире, возведенным на скальном основании.

Специалисты компании убеждены, что экономическая и, если можно так выразиться, патриотическая, национальная составляющая сварного шпунта не менее значимы, чем его технологическая эффективность. Сварной трубошпунт российского производства, по ряду показателей превышающий продукцию иностранных производителей, освобождает наши строительные программы и объекты от импортозависимости, позволяет достичь колоссальной экономии без ущерба надежности сооружений. И очень многие заказчики, партнеры поддерживают «Трест» в этом. В подтверждение — наращивающий объемы производства завод в Сургуте, где сортамент изделий превышает 300 наименований; открытие филиалов «Треста» в ряде регионов России, планы по развитию филиалов завода.

К своему 35-летию «Трест Запсибгидрострой» приходит с впечатляющими результатами: это десятки километров возведенных сооружений, 160000 тонн произведенного шпунта, постоянная востребованность и стабильность. Компания представлена на получение премии Правительства России. Руководитель не отстает от своего коллектива, сегодня В. В. Гончаров — академик Академии транспорта, заслуженный строитель России, имеющий множество правительственных наград. Казалось бы, можно остановиться, расслабиться и не думать о дне грядущем. Но это был бы уже не «Трест Запсибгидрострой», ставший, как модно ныне говорить, брендом российского гидростроительства. Сегодня коллектив озадачен не только своей непосредственной работой, но и «политикой» вокруг строительства: электронные торги, пребывание на рынке демпингующих непрофессионалов, преобладание иностранной продукции — все это вызывает вопросы профессионалов.

Феноменальность «Треста Запсибгидрострой» — в его коллективе, который изначально был командой единомышленников и вырос за 35 лет в дружную, прочную, профессиональную семью. Этому способствовали самые разные факторы — работа по принципу взаимодействия и взаи-

мопомощи, включенность каждого в одно общее дело, стиль руководства, четкая организация работы, доверие и забота о своих работниках. Все подразделения «Запсибгидростроя», а это самостоятельные и самодостаточные компании — ОАО «Мостоотряд-69», ООО «ПСО-34», ООО «Гилан» (бывший ПСО-35), ООО «Больверк», ООО «Транссервис», — работают в тесной взаимосвязи. В «Тресте» нет главных и второстепенных сотрудников, каждый важен на своем месте; все замечания, выявленные любым работником, будь то прораб или копровщик, незамедлительно исправляются, все пожелания и мнения специалистов своих участков фиксируются, анализируются — именно это позволяет доводить продукцию и качество работ до совершенства. Можно с уверенностью сказать, что в системе ООО «Трест Запсибгидрострой» создана Школа передового опыта от технологии изготовления шпунта до технологии забивки.

Немаловажный, а, возможно, для сотрудников особо значимый факт, что за заботой о производстве и бизнесе у руководства стоит забота о людях. Так, у коллектива появился свой коттеджный поселок в Апшеронском районе Краснодарского края, где есть не только комфортабельные дома для отдыха, но и школа, теннисные корты и даже свой храм. Кроме того, «Трест Запсибгидрострой» известен своей широкой благотворительной деятельностью, которую коллектив не афиширует, но делает с радостью.

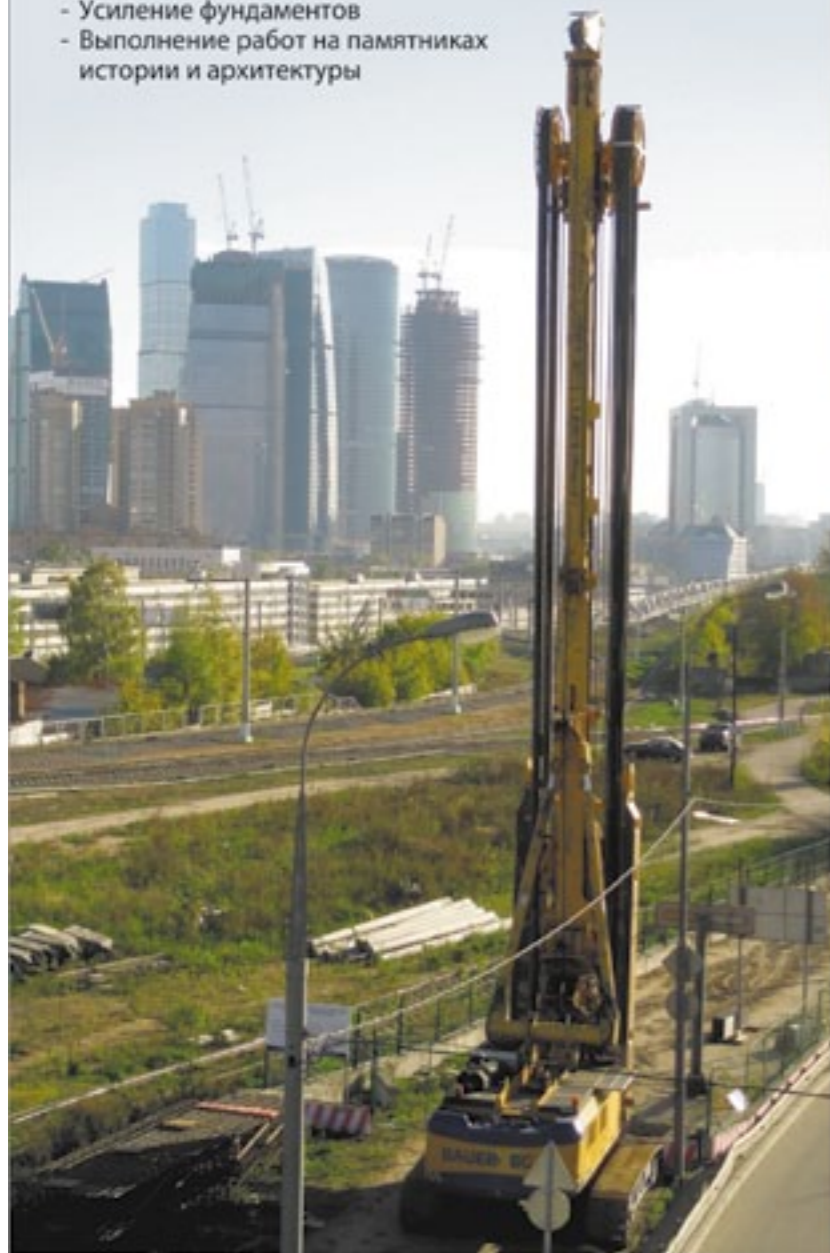
Знаменательная история «Треста Запсибгидрострой» в который раз доказывает, что для целеустремленных, ищущих, творческих профессионалов не бывает нерешаемых задач и не может быть навсегда заданной одной высоты. И не возникает сомнений, что у этой компании не только стабильное настоящее, но и большое будущее — грандиозные стройки, сложнейшие объекты, новые поколения профессионалов.

**ООО «Трест Запсибгидрострой»**  
628403 Тюменская обл., г. Сургут, ул. Университетская, 7  
Телефон/факс (3462) 24-31-57  
E-mail: tzsgs@mail.ru,  
zsgs@surguttel.ru



## С нами строить легко!

- Полный цикл проектирования и строительства подземных сооружений (автостоянки, транспортные развязки, гидротехнические сооружения) и надземных сооружений (жилые, промышленные объекты)
- Ограждение котлованов
- Закрепление грунтов
- Усиление фундаментов
- Выполнение работ на памятниках истории и архитектуры



г. Пермь, ул. Кронштадтская, 35  
 тел./факс (3422) 236-90-70  
 тел. в Ижевске (3412) 56-62-11  
 тел. в Краснодаре (861) 240-90-82  
 тел. в Казани (843) 296-66-61  
 тел. в Москве (495) 643-78-54

[www.new-ground.ru](http://www.new-ground.ru), [info@new-ground.ru](mailto:info@new-ground.ru)

тел. в Самаре (846) 922-56-36  
 тел. в Санкт-Петербурге (812) 923-48-15  
 тел. в Тюмени (3452) 74-49-75  
 тел. в Уфе (917) 378-07-48  
 тел. в Челябинске (351) 235-97-98

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ: ОПЫТ КОМПАНИИ «ВАРМАСТРОЙ»

*Contractor company «Varmastroy» specializes in repair, reconstruction and structural strengthening. The company is competent in "classical" concrete and metal works, FRP and FRCM reinforcing techniques, crack injections. 3 reference projects are described: underwater injection repair of a concrete bearing foundation, concrete repair of water treatment facilities, seismic reinforcement with carbon fiber on a hydro power plant.*

**Фаткуллин В. В.,**  
 генеральный директор  
 ООО «Вармастрой»

ООО «Вармастрой» — организация, специализирующаяся на ремонте, усилении и гидроизоляции железобетонных, металлических и каменных строительных конструкций жилых, общественных, производственных зданий, объектов транспортной инфраструктуры, гидротехнических сооружений и объектов специального назначения: емкостей, очистных сооружений, коллекторов.

При усилении конструкций мы применяем все традиционные методы — наращивание сечений, устройство опорных и стяжных металлических и преднапряженных элементов, восстановление бетона специальными ремонтными составами или торкретированием. Также большой опыт накоплен компанией в усилении конструкций внешним армированием композиционными материалами — тканями из стекло- и углеволокна на эпоксидном связующем и углеродными составами или ПБО-сетками на полимерцементных составах. Для восстановления гидроизоляции в случае протечек применяется инъекционный метод, защита поверхности сооружений выполняется современными полимерными мембранами или стойкими минеральными составами.

Чтобы проиллюстрировать опыт работ на гидротехнических сооружениях и конструкциях, находящихся в контакте с водой, рассмотрим несколько объектов из практики.

### Восстановление подводной опоры трубопровода, находящейся в морской воде (г. Сахалин)

Опора, представляющая собой бетонный куб, была повреждена: часть бетона получила поверхностные повреждения, в бетоне появились трещины. Задачей ремонта было восстановить целостность опоры путем инъектирования эпоксидной смолой. Для этой цели на месте повреждения был установлен стальной кессон толщиной 50 мм, контуром перекрывающий зону повреждения. В кессон под давлением нагнеталась специально подобранная влагоотверждаемая эпоксидная смола, которая заполняла кессон и по мере повышения давления проникала в трещины поврежденного бетона. Равномерность заполнения проверялась через контрольные отверстия в кессоне. Результат ремонта был достигнут в момент выхода материала через верхние контрольные отверстия и повышения давления нагнетания после перекрытия отверстий.



Рис. 1. Подольский водоканал — ремонт бетона

### Реконструкция блока биологической очистки Подольского водоканала

В рамках работ по реконструкции ООО «Вармастрой» выполняло ремонт и восстановление железобетонных конструкций и гидроизоляционную защиту бетонных поверхностей. При восстановлении бетона мы столкнулись с типичными проблемами железобетонных сооружений, находящихся в агрессивных условиях, — коррозией бетона и арматуры, разрушением бетона в переменном уровне воды, протечками сквозь трещины и швы в элементах конструкций. Для устранения дефектов производилось ручное и механизированное нанесение ремонтных составов, трещины инъектировались смолами. На всех стадиях ремонта строго контролировалось соблюдение требований регламентов по подготовке поверхностей, нанесению материалов и уходу за участками ремонта, производился лабораторный контроль качества. Часть конструкций, имеющих значительные дефекты, была демонтирована и заменена на новые. Для гидроизоляции и защиты от коррозии бетона применялись современные минеральные составы, предназначенные для сооружений водоочистки.

### Усиление конструкций Усть-Среднеканской ГЭС

В рамках повышений сейсмической устойчивости сооружений Усть-Среднеканской ГЭС сотрудники ООО «Вармастрой» выполнили усиление плиты перекрытия машинного зала станции, которое производилось внешним армированием углеволокном. Указанный метод позволил обеспечить требования по несущей способности, прочности и деформативности конструкции без существенного увеличения толщины перекрытия. Работы по усилению внешним армированием, подобные проведенным на Усть-Среднеканской ГЭС, могут проводиться не только на строящихся объектах, но в условиях действующих производств и работающих агрегатов в самые жатые сроки вследствие малой материалоемкости и высокой технологичности процессов.

ООО «Вармастрой» — высокопрофессиональная компания, в структуре которой работает проектный отдел, осуществляющий обследования зданий и сооружений, разрабатывающий проекты усиления зданий и их отдельных элементов, регламенты по ремонту и восстановлению поврежденных конструкций. Специалисты компании владеют не только традиционными, но и инновационными строительными технологиями и способны выполнить качественно весь комплекс работ по задачам любой сложности, связанным с ремонтом и строительством гидротехнических и других объектов.



Москва, ул. Мневники, д. 6  
 Тел./факс (495) 940-8700  
[www.varmastroy.ru](http://www.varmastroy.ru)  
[varma@varmastroy.ru](mailto:varma@varmastroy.ru)



**МАНТА РЭЙ**  
Грунтовые анкерные системы

ООО «ТПК»  
Санкт-Петербург, Богатырский пр., д. 18, корп. 2, оф. 205  
Тел.: (812) 329-88-67, 324-97-55, e-mail: sale@tpk-stroy.ru; www.tpk-stroy.ru

**УСТАНОВКА АНКЕРА ЗА 30 МИНУТ**

**ПРЕИМУЩЕСТВА АНКЕРОВ МАНТА РЭЙ:**

- быстрая и простая установка за 30 минут
- немедленная проверка несущей способности
- низкая стоимость по сравнению с традиционными применительными видами анкеров

## ТРУБЫ Б/У В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: «АВОСЬ» ИЛИ НОУ-ХАУ?

*There is a question of regular using of previously used pipes in Russian hydraulic structures building in the article "Using of previously used pipes for engineering". Despite the severe requirements of normative base for metalwork of hydraulic constructions that pipe has been used during several decades isn't able adequate, its application is getting wide-scale. Journalists ask professionals how lawful such process solution is and what kind of consequences are expected and suggest to discuss the problem.*

Сегодня ни для кого не секрет, что в строительной отрасли сложился большой и достаточно прочный рынок бывших в употреблении труб, основным источником поступления которых являются магистральные нефте-, газопроводы, отслужившие свой срок эксплуатации. Как правило, в зависимости от транспортируемых сред, условий эксплуатации, давления и т. п., этот срок составляет в среднем 30 лет. Несмотря на отсутствие статистики, определить примерный объем рынка б/у трубы вполне реально: на современном этапе они ориентировочно занимают от 17% до 50% российского рынка труб большого диаметра [17]. Эти цифры исходят из открытых данных, сопоставив которые, мы можем прогнозировать дальнейшее развитие этой новой коммерческой ниши, где сходятся интересы нескольких отраслей. По прогнозам, на ремонт магистральных газопроводов в период до 2020 г. должно уходить ежегодно 300–540 тыс. тн труб большого диаметра. Для нефтепроводов эта цифра прогнозируется на уровне 170–500 тыс. тн. По этим данным можно оценить объем рынка «бывшей трубы»: 500–1000 тыс. тн в год [1]. Сегодня общая протяженность магистральных трубопроводов страны составляет более 200 тыс. км. Газопроводы со сроком службы более 20 лет составляют 43,8% от их общей протяженности, 20,2% уже исчерпали свой нормативный срок службы. Еще больший срок эксплуатации имеют магистральные нефтепроводы: 73% — более 20 лет, 40,6% — свыше нормативного срока в 33 года [2]. Таким образом, с учетом общей протяженности трубопроводов в 200 тыс. км и необходимости ежегодной замены 4%, по мнению специалистов, в среднем на вторичный рынок должно поступать около 8000 км б/у труб ежегодно. Исходя из этой оценки, ориентировочный объем б/у труб может достигать **1,6 млн тн в год!**

Лидирующие позиции в потреблении б/у трубы занимает рынок ЖКХ. По статистике, срок службы такой продукции в сетях ЖКХ — несколько лет. В процессе эксплуатации начинаются возникать проблемы, нередко заканчивающиеся серьезными авариями, прорывами подземных коммуникаций в месте недавнего ремонта. Ситуация для России настолько типичная, что о причинах и виновниках идет речь только в случае трагического исхода — гибели людей. А чаще всего на место «старой бэушной» трубы ляжет «новая бэушная» труба — вот такой технологический оксюморон.

Казалось бы, при чем тут находящиеся в эксплуатации и вновь строящиеся гидротехнические сооружения? Ведь действующей в России нормативной базой использование бывшей в употреблении металлопродукции на этих типах сооружений исключено — в силу их повышенной опасности. И тем не менее в последние годы все чаще возникают прецеденты широкого применения б/у трубы на гидротехнических объектах, о чем, в частности, неоднократно проявляли обеспокоенность компании и организации, занятые на строительстве и эксплуатации российских портов. Начиная с 2009 г., ни одна конференция по вопросам портовой инфраструктуры не обходилась без обсуждения этого вопроса. Бьют тревогу производители, которым наносится не только экономический урон, но и удар по репутации качественного производства. Проектировщики говорят о том, что нередко должны идти на

сомнительный компромисс со своей человеческой совестью и профессиональной честью, когда подписывают согласие на использование б/у трубы при строительстве портов. Строители и эксплуатационники ставят вопросы о запрете б/у трубы при реализации проектов строительства и реконструкции портов. К сожалению, повлиять на мнение заказчика, которым при строительстве портов чаще всего выступает государство, профессиональному сообществу до сих пор не удалось. Хотя на многочисленные обращения в ведомственные комитеты, надзорные органы, экспертные организации и даже комитет по транспорту государственной думы РФ получены примерно одинаковые и однозначные ответы — «использование б/у трубы в портостроении не предусмотрено», — это «использование» довольно активно продолжается. К примеру, строительство Имеретинского порта, реконструкция пассажирского порта Сочи, строительство причалов крупных компаний в Усть-Луге также ведутся с применением б/у труб. Подобная ситуация наблюдается в портах по всему азово-черноморскому побережью: Новороссийск, Туапсе, Тамань, а также на Балтике, Каспии и Дальнем Востоке. Чисто журналистское любопытство: а какая стоимость заложена в смету — новой или б/у трубы? Один высокопоставленный господин посоветовал нам не задавать подобный вопрос: «Спокойнее спать будете», чем, собственно, и удовлетворил это самое любопытство.

С одной стороны, есть нормативная база, которая, даже при всем ее несовершенстве, предписывает применять при строительстве и реконструкции гидротехнических сооружений металлопродукцию таких качественных параметров, которым б/у труба соответствовать не может по объективным причинам. С другой стороны, есть профессиональные проектировщики, строители, мнению которых нельзя не доверять, иначе вообще можно усомниться в самой возможности гидротехнического строительства в России, — а это действительно великие сооружения, сотворенные нашими соотечественниками по всему миру. С третьей стороны, есть «руководящие ответственные лица», представляющие заказчика, генерального подрядчика, которые в целом отдают себе отчет в том, какая мера ответственности лежит на них за состояние объекта. Вроде бы, интересы всех должны сойтись в одной точке: строго следовать нормативной базе и закладывать в сметную документацию стоимость только новой трубы, и не только в смету, а реально использовать в строительстве. Возникает закономерный вопрос: поскольку б/у трубы используются регулярно хотя бы при строительстве портов, заказчики, проектировщики, строители осознанно идут на нарушение действующих норм, может быть, нет никакого риска в использовании б/у трубы на гидротехнических объектах, и нормативные документы в этом вопросе значительно отстали от современных технологий? Не следует ли из всего этого необходимость узаконить применение б/у трубы, к примеру, в портостроении?

Многие производственные и торговые компании в открытую рекламируют их преимущества, главным из которых выдвигают «экономическую эффективность» — действительно, стоимость этой продукции на порядок ниже



новых металлоизделий. При этом гарантируется, что эксплуатационные свойства труб, прошедших в производственных условиях специальную обработку и окраску высококачественными материалами, не уступают новым. В России действует целый ряд предприятий, где б/у трубам продлевают жизнь: очищают от изоляции, удаляют остатки транспортируемых продуктов, подвергают пескоструйной обработке, нарезают фаски и торцуют. Затем на трубы наносится наружная и внутренняя изоляция, ставится маркировка, максимально приближенная к трафаретам известных заводов-производителей. Также некоторые крупные российские предприятия выпускают технические условия, по которым допускается использование обработанной б/у трубы, к примеру, для водоснабжения или изготовления трубошпунта, применяемого в гидротехническом строительстве. В качестве аргументов, обосновывающих достойное качество труб б/у, приводятся технологии обработки и сертификаты производителей красок и антикоррозионных материалов. Мы неоднократно писали о таких технологиях и, на поверку, успешном применении б/у трубы в гидротехническом строительстве. Хотя и сами поставщики соглашались, что гарантировать длительную бесперебойную эксплуатацию они не могут, и проверить надежность технологий вторичной обработки может только время: возможно, «новой старой» трубе отпущено 30 лет, а может быть, 3 года. «Успешность» заключается в том, что в данный момент «на объекте все нормально», т. е. он эксплуатируется в штатном режиме или строится (ну, в том смысле, что не разваливается, а вполне устойчив).

Если технологии обработки металлопродукции, бывшей в употреблении, настолько совершенны, то почему бы их не сертифицировать, как и саму обновленную продукцию, не выдавать сертификаты качества с гарантией срока эксплуатации, как у новых труб? Для этого организовать все необходимые этапы экспертизы и сертификации — собственно, те же, что предписаны производителям новых труб. Если на практике в эксплуатационных характеристиках новой и б/у трубы нет особой разницы, то почему довольно часто имеют место ситуации с подделкой сертификатов и выдачей старой трубы под видом новой от завода-изготовителя?

Вот лишь один яркий пример контрафакта. В декабре 2010 г. в г. Сочи произошла попытка использования б/у труб для питьевого водовода на олимпийском объекте «Водовод Чайная фабрика — насосная станция «Дон» — санаторий «Красный штурм» — микрорайон Бытха». На объект были поставлены стальные трубы с наружной и внутренней изоляцией диаметром 820x10 мм с явными признаками б/у труб: «апельсиновая корка», «дорожка» из раковин на внутренней поверхности труб, отслоение (вздутие) внутреннего изоляционного покрытия с ржавыми потеками из-под него, повреждения фаски или грубый торцевой срез вместо фаски. Представленный поставщиком сертификат качества завода-изготовителя оказался подделкой. На часть труб сертификат качества завода-изготовителя отсутствовал вовсе, хотя его наличие обязательно. Представленный сертификат соответствия ГОСТ-Р вызывал большие сомнения, т. к. был выдан фирме-поставщику «на серийный выпуск» продукции, хотя такой сертификат соответствия выдается только производителю продукции. На трубах отсутствовала уникальная маркировка завода-изготовителя, т. е. их невозможно было идентифицировать, а, стало быть, и использовать. Толщина стенки оказалась 9 мм вместо 10 мм. Отсутствовало санитарно-эпидемиологическое заключение на трубы для питьевого водоснабжения. Только проведение экспертизы сертификатов позволило заказчику и подрядчику разобраться в ситуации и избавиться от контрафакта.

Если нет разницы между новой и б/у трубой по качественным характеристикам, какой смысл идти на подлог? Или разницы все же есть? Что заставляет, казалось бы, солидных производителей заниматься столь неблагоприятным делом? Профессиональное осознание того, что все же нормативная база гидротехнического строительства предъявляет к металлопродукции вполне адекватные требования? Возможно. Ведь любой инженер в строительстве имеет хотя бы общие представления о качестве металла после длительной эксплуатации изделия. Полученные опытным путем знания вряд ли расходятся с результатами научных исследований, согласно которым: «К 20 годам эксплуатации около 90% сварных соединений трубопроводов имеют дефекты, что повышает значимость оценки их фактического состояния и склонности к деформационному старению. Основным конструкционным материалом системы магистральных трубопроводов продолжают оставаться углеродистые и низколегированные кремне-марганцовистые стали. Общим для всех марок этой группы сталей является их склонность к деформационному старению в процессе эксплуатации. На основании обследования элементов трубопроводов, находящихся в эксплуатации от 12 до 40 лет, доказано, что с увеличением длительности эксплуатации наблюдается деградация механических свойств металла трубных сталей в условиях статических, циклических и динамических нагрузений. При этом вследствие деформационного старения наблюдается снижение характеристик пластичности и особенно охрупчивание металла. Деформационное старение низколегированных трубных сталей проявляется также в снижении способности металла сопротивляться накоплению и развитию микроповреждений определяемой значениями коэффициентов деструкции, которые, в отличие от основных механических характеристик, изменяются более интенсивно, что необходимо учитывать при оценке свойств стали» [8].

Самое важное качество строительных материалов для опасных и ответственных объектов — это надежность. Но именно это качество в б/у трубах отсутствует. Они отработали в нефте- и газопроводах расчетный срок и были выведены из эксплуатации в связи с переходом в предельное состояние, при котором дальнейшая эксплуатация невозможна. В стальных трубах, бывших длительное время в эксплуатации на нефте-, газопроводах, накапливаются структурные изменения и повреждения механической, физической и коррозионной природы, что приводит к снижению пластичности и сопротивлению хрупкому разрушению. Остаточный технический ресурс таких труб не гарантирует надежность в сложных условиях эксплуатации и не обеспечивает нормативную долговечность конструкций, построенных из б/у труб, исчерпавших до этого свой ресурс работы. Заварка коррозионных повреждений при восстановлении труб, бывших в эксплуатации, приводит к химической, структурной неоднородности, высокому уровню остаточных сварочных напряжений и способна активизировать коррозионные процессы, снизить долговечность и сопротивление хрупкому разрушению [10, 11].

Может быть, гидротехнические сооружения не нуждаются в столь жестких требованиях к трубам, как, к примеру, газопроводы, и в части использования б/у трубы могут быть приравнены по классу опасности к тем объектам, где применение б/у труб даже если и чревато последствиями, то экономический ущерб от этих последствий будет намного ниже затраченных на трубы средств? Но в этом случае опять же почему не сделать использование б/у трубы в гидротехническом строительстве легитимным и следовать ГОСТ 352664-2010? Государство экономит приличные средства. Или экономия в этом вопросе — красиво аргументированная видимость?

Сертификата качества на б/у трубу нет, как она себя поведет, к примеру, при шторме, в сложных климатических условиях, в агрессивной водной среде, уже имея внутри металла самые разные дефекты, скрытые под слоем краски, никто наверняка не знает. Говорить об экономической выгоде можно весьма условно, сиюминутно она есть — и видимо, размер этой выгоды таков, что о последствиях и возможном будущем экономическом ущербе думать уже не хочется. А если все-таки он, этот ущерб, вдруг случится (постучим по дереву, переплечем через левое плечо обязательно три раза, мысленно помолвившись «пронеси, Господи»), то вполне возможно, что порт, пляж, берегозащитные и прочие сооружения строить придется заново.

Пока мы ставим вопросы, на которые, похоже, даже профессионалы не могут дать однозначного ответа, производители борются за свою репутацию. Для того чтобы помочь участникам рынка своевременно выявлять случаи контрафакта, Российский союз поставщиков металлопродукции [РСМП] при участии специалистов ОАО «Руструбпром», ЦНИИчермет и трубных заводов разработал документ «Методические указания по освидетельствованию идентификации бывших в употреблении, лежалых, некондиционных, восстановленных стальных труб с целью предупреждения их использования при строительстве и капитальных ремонтах объектов инженерно-энергетического комплекса Санкт-Петербурга». В методических указаниях приводятся признаки б/у труб, конкретные действия по выявлению контрафакта. При Комитете по энергетике и инженерному обеспечению Санкт-Петербурга работает комиссия по контролю за качеством материалов для городской инфраструктуры, которая с помощью «Методических указаний» отбраковывает некачественную, контрафактную продукцию [9].

О проблеме принимаются решения на самом высоком уровне. К примеру, цитата из письма Министерства регионального развития РФ: «Положением «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», утвержденным постановлением Правительства РФ № 87 от 16.02.2008 г., использование бывших в употреблении строительных материалов, в т. ч. бывших в употреблении либо восстановленных труб, не предусмотрено... Минрегион России считает недопустимым включение в проектную документацию предложений, предусматривающих использование в строительстве бывших в употреблении и восстановленных труб» [12]. Замминистра Минрегиона направил письмо в ФГУ «Главгосэкспертиза России», где просит «обеспечить недопустимость использования восстановленных, бывших в употреблении труб в проектной документации» [13]. Ростехнадзор разослал в свои территориальные управления указание «провести проверку соответствия применяемых строительных материалов проектным характеристикам и требованиям технических регламентов, а также наличия необходимых сертификатов» на предмет выявления случаев использования несертифицированных труб, в т. ч. бывших в употреблении [14].

Но, очевидно, «страшно далеки они от народа», привыкшего следовать не указаниям и предписаниям, а родному русскому «авось», который сегодня приобрел довольно емкие, красивые формулировки — например, в определенном контексте это могут быть «коммерческий интерес», «экономическая эффективность», «инновационная технология». Поэтому, пока создаются новые СНиПы, техрегламенты, РД, пишутся предписания и циркуляры, наш всеохватный рынок живет по своим законам. И как этот рынок с его законами привести в соответствие государственному законодательству, или, наоборот, законодательство под него подстроить? И реально ли? И стоит ли? А может быть, и не «авось» тут

главный, а веяние модернизации, недаром же наша страна издавна славится «кулибинами» и «левшами», и по количеству рацпредложений на душу населения мы первые на планете, — изобрели такую эффективную во всех смыслах технологию, которую необходимо всей строительной отрасли срочно брать на вооружение, не дожидаясь запуска «Сколково»?

Как ни пытались мы разобраться в проблеме, выслушивая мнения специалистов по металлу, строителей, проектировщиков, производителей новых и б/у труб, все сводилось к одному: пока есть спрос, будет предложение. Сегодня интернет пестрит предложениями по б/у трубам. Пока стратегические вопросы в руках тех, кто формирует этот спрос, рынок сбыта есть и будет. Но ведь у профессионалов тоже есть руки, а еще и головы, и опыт, да и такие понятия, как гражданская и профессиональная ответственность, еще живы в сообществе гидростроителей. Поэтому мы уверены: решение может быть найдено. Стоит только захотеть и взять этот вопрос в свои — профессиональные — руки.

#### Источники:

1. ФАС России. Анализ состояния конкуренции на рынке труб // Металлоснабжение и сбыт. 2003. № 6. [http://www.fas.gov.ru/analytical-materials/analytical-materials\\_346.html](http://www.fas.gov.ru/analytical-materials/analytical-materials_346.html).
2. Иванец В. К. Создание конкурентной среды в нефтегазостроительном комплексе // Нефть Газ Промышленность. 2004. № 3 (8).
3. Шубарев М. В. Роль бизнес-сообществ в реализации национального проекта «Доступное и комфортное жилье — гражданам России» // Строительные ведомости. 2006. № 2 (32).
4. Интервью с Борисом Бутовым, ЗАО «БалтТрейДРустром» // Инженерные системы и безопасность. 2006.
5. ОАО «Руструбпром». <http://www.rustrubprom.ru/>.
6. Московский Фонд содействия санитарно-эпидемиологическому благополучию населения. <http://www.mfond.ru/>.
7. Учреждение «Городской научно-производственный центр санитарно-технических работ». <http://www.sancenter.ru>.
8. Ячинский А. А. Влияние структурно-фазового состава трубных сталей и их сварных соединений на сопротивление деформационному старению. Дис. .... к. т. н. 2006.
9. Методические указания по освидетельствованию идентификации бывших в употреблении, лежалых, некондиционных, восстановленных стальных труб с целью предупреждения их использования при строительстве и капитальных ремонтах объектов инженерно-энергетического комплекса Санкт-Петербурга.
10. Павлюк С. К., Лупачев В. Г., Лупачев А. В., Стеклов О. И. Опасность применения труб, бывших в использовании, при производстве труб ППУ. [www.rosteplo.ru](http://www.rosteplo.ru).
11. Стеклов О. И. Надежность магистральных газопроводов в условиях интенсификации процессов коррозии и старения // Сварочное производство. 2010. № 5.
12. Минрегион России, письмо № 16823-МЛ/08 от 03.06.2008.
13. Минрегион России, письмо № 16126-СК/08 от 27.05.2008.
14. Ростехнадзор, письма № 09-01-42/2117 от 15.07.2009, № 11Ф43/1973 от 03.07.2009.
15. ТУ 5264-002-13512256-2008 «Шпунт трубчатый сварной».
16. ТУ 14-ЗР-104-2008 «Трубы стальные бесшовные и сварные после эксплуатации для холодного и горячего водоснабжения».
17. Российский рынок металлов 2010. Металлоснабжение и сбыт, 8.11.2010. [www.metallinfo.ru/ru/news/45476](http://www.metallinfo.ru/ru/news/45476).

Материал подготовлен Т. В. Ильиной





## ПРОГРАММА ПОСТАВОК ШПУНТОВЫХ СВАЙ



- ◆ Комплексные поставки стальных шпунтовых систем производства ведущей европейской металлургической компании ARCELOR MITTAL Commercial RPS для морских и речных проектов строительства причалов, портовых сооружений, защитных дамб, обустройства набережных и проведении общестроительных работ;
- ◆ Инженерная поддержка инновационных технологических решений в области строительства гидротехнических сооружений;
- ◆ Техническое сопровождение проектных решений высококласными специалистами европейских компаний.

«Neva-MetallTrade» LTD

198035 г. Санкт-Петербург, Межевой канал, д. 3/2, 8 этаж  
Тел./факс: (812) 740-7010, e-mail: severst@nevamt.spb.ru

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

# 6.

113–126

## ПОДВодно-ТЕХНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

## ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОДВОДНОМ ОБСЛЕДОВАНИИ ГТС



Джуматаев Т. А.,  
инженер-гидротехник  
ТОО «АККЕ Астана» (г. Алматы)

*T. A. Jumataev introduces an experiment of inspection of hydraulic constructions underwater part without divers work, with help of the underwater remotely operated vehicle. The author gives observation results of pump stations underwater part, proves efficiency and safety of the using technology.*

В Казахстане подводное обследование с применением дистанционно-управляемых подводных аппаратов пока почти не практикуется. В республике на сегодняшний день много гидротехнических сооружений, мостов и др. конструкций, подводная часть которых не осматривалась очень долгий период, либо обследование подводной части вообще не производилось с момента ввода в эксплуатацию. Соответственно, информация о техническом состоянии подводной части конструкций и сооружений отсутствует. Благодаря развитию инновационных технологий, с помощью дистанционно-управляемых подводных аппаратов сейчас подводное обследование можно проводить более эффективно и безопасно.

В данной статье хотелось бы поделиться итогами своей интересной работы, проведенной в рамках «Многофакторного обследования технического состояния гидротехнических сооружений канала имени Каныша Сатпаева». Было выполнено обследование подводной части двадцати насосных станций на канале Иртыш — Караганда. Проведенная работа заслуживает внимания по следующим причинам:

- Подводное обследование гидротехнических сооружений было выполнено с помощью инновационных технологий, без участия водолазов, использовался телеуправляемый подводный аппарат — подводный робот.

- Был выполнен колоссальный объем работы с наименьшими затратами человеческого труда. Чуть больше чем за две недели мною как оператором подводного робота была обследована подводная часть двадцати насосных станций.

- По результатам проделанной работы появилась возможность оценить общее техническое состояние подводной части насосных станций.

Было выполнено визуальное обследование подводной части двадцати из двадцати двух насосных станций канала им. К. Сатпаева. Канал строился в период 1962–1974 гг., с 1968 г. вводился в эксплуатацию отдельными пусковыми комплексами. Канал предназначен для водоснабжения промышленных предприятий, населения, энергетики, сельского





Рис. 1. Вид на здание насосной станции и канал

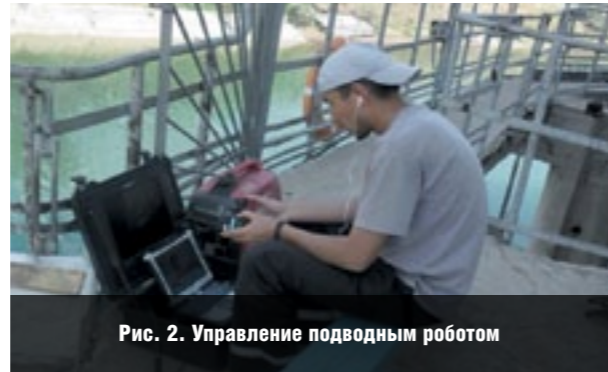


Рис. 2. Управление подводным роботом

хозяйства и других отраслей экономики Павлодарской, Карагандинской и Акмолинской областей. Проектная расчетная водоподача канала (нетто) — 1960,0 млн м<sup>3</sup> воды в год. Общая протяженность канала составляет 458 км. Ширина канала 20–40 м, глубина 5–7 м. Он берет начало из притока Иртыша — реки Белой, выше города Аксу (Ермак). Заканчивается канал у насосной станции I подъема ОАО «Водоканал» города Караганды. Пропускная способность канала изменяется от 76 м<sup>3</sup>/с в голове до 13 м<sup>3</sup>/с в конце. Основными его сооружениями являются двадцать две насосные станции подъема (с помощью которых вода поднимается на 418 м) и четырнадцать водохранилищ.

Все двадцать две насосные станции имеют однотипную конструкцию. Здание насосной станции без напорного типа. Оно свободно (без засыпки) располагается в ковше, который создается в подводном канале за счет уширения его концевой части, сообщение с берегом — по служебному мосту. Форма здания насосной станции — правильный двенадцатиугольник. Наибольший диаметр по фундаментной плите — 22,4 м. Гидротехническая часть здания высотой 14,6 м, заглублена под уровень воды на 7,56 м и возвышается над ней на 7,04 м. Конструктивно здание выполнено в виде многогранной ребристой коробки. Компоновка всех насосных станций принята с раздельным расположением здания насосной станции и приемного бассейна с соединительным трубопроводом между ними, они открытые (не засыпанные), выполнены в металле. Приемный бассейн состоит из односекционной коробки размером приблизительно 11 x 20 м, высотой 10 м.

Визуальный осмотр подводных частей железобетонных конструкций и сооружений является неотъемлемой частью многофакторного обследования, т. к. невозможно дать общую оценку технического состояния, например, моста, дамбы или пирса, не имея информации о фактическом состо-

янии подводной части конструкции или сооружения. Выбор метода подводного обследования из числа доступных должен гарантировать минимальный уровень риска для персонала, осуществляющего обследование. В нашей стране при обследовании подводных частей гидротехнических сооружений, подводных частей опор мостов в основном используются водолазы и аквалангисты. Использование водолазов в сложных условиях и на больших глубинах при визуальном обследовании подводной части различных промышленных объектов, таких как дамбы, насосные станции, специальные резервуары, всегда представляет риск для водолазов. Даже если водолаз высококлассный специалист — имеет отличную водолазную подготовку и большой опыт, использует новейшее водолазное снаряжение, погружаясь под воду, проводя визуальный контроль, он всегда рискует своей жизнью.

В некоторых случаях работа человека под водой крайне неудобна и нежелательна, например, по причине доступности объекта обследования или состояния окружающей водной среды или в силу конструктивного типа обследуемого сооружения. Управляемые подводные аппараты малого класса в таких ситуациях становятся единственными возможными средствами для проведения обследования, и они успешно справляются с поставленной задачей по выполнению обследовательских функций.

Благодаря техническим достижениям последних лет сегодня в мире есть множество дистанционно управляемых подводных аппаратов разного типа и класса, предназначенных для различных подводных работ, начиная от визуального контроля, заканчивая строительно-монтажными подводными работами. В зависимости от вида решаемых задач управляемые подводные аппараты можно условно разделить на две группы: обследовательские и рабочие. Подводный робот, используемый в нашей работе, относится



Рис. 3. Подводный робот



Рис. 4. Зона колебания уровня воды станции. Полное разрушение защитного слоя, глубокие каверны, оголение арматуры



Рис. 5. Участок 3-й грани здания станции. Вымывание цемента, оголение щебня. Снимок сделан на глубине 4,2 м

к группе обследовательских телеуправляемых подводных аппаратов.

В выполненной работе по визуальному обследованию подводной части насосных станций использовался небольшой обследовательский дистанционно управляемый подводный аппарат класса ROV (remotely operated vehicles) — подводный робот VideoRayPro4. Основное его назначение — это выполнение осмотровых работ. Подводный робот представляет собой небольшой подводный аппарат с двигателями, двумя светильниками и видеокамерой. Я как оператор с поверхности управляю подводным роботом, оставаясь в комфортной среде, в то время как аппарат осуществляет работу на глубине. Аппарат через гибкий подводный кабель подсоединяется к блоку управления (к компьютеру), на монитор которого во время обследования передается видеоизображение. На мониторе в режиме реального времени непрерывно отображается видеосъемка, также показывается глубина погружения, температура воды и направление движения (компас) робота. Управляется подводный аппарат дистанционно (джойстиком). По сути, аппарат представляет собой дистанционно управляемую, очень маневренную подводную видеокамеру, которую возможно погрузить на глубину до 50 м за несколько минут. Весь видео- и фотоматериал, получаемый в процессе обследования, автоматически сохраняется в компьютере блока управления. На фотографиях можно видеть производство работ.

Визуальный метод подводного обследования имеет ограничения, в независимости от способа обследования, будь это осмотр водолазами и аквалангистами, либо, в моем случае, подводное телевидение и фотографирование с использованием управляемого подводного аппарата. При визуальном обследовании выявляются поверхностные и видимые дефекты, эффективность зависит от прозрачности воды.



Рис. 6. Приемный бассейн. Опрокинутый блок части конструкции водобойного гасителя

При визуальном осмотре проверяется общая целостность сооружения, выявляются видимые повреждения, поверхностная коррозия, обрастание, трещины, накопление обломков. Существует инструментальный метод обследования подводной части ГТС, он применяется с целью более глубокой оценки технического состояния и предусматривает выявление возможных скрытых повреждений сооружения, не фиксируемых при визуальном обследовании, и рассматривается как дополнение к последнему. В инструментальном методе подводного обследования применяются различного рода измерительные приборы для подводных работ. Используются такие способы, как ультразвуковая дефектоскопия, акустическая голография, измерение электрического потенциала и др.

По полученным результатам выполненной работы в виде визуального обследования подводной части насосных станций уже можно сделать предварительный вывод о техническом состоянии подводной части некоторых насосных станций. Параллельно была выполнена работа по оценке остаточной прочности бетона подводной части насосных станций неразрушающим методом.

На каждой из двадцати насосных станций была обследована по периметру подводная часть здания станции и подводная часть приемного бассейна. Приведу наиболее интересные результаты работы по обследованию двадцати насосных станций канала.

По результатам обследования одной из насосных станций определено, что на большей части здания по периметру станции в зоне колебания уровня воды наблюдается разрушение бетона в виде вымывания цемента, глубоких каверн, во многих местах обнаружено полное разрушение защитного слоя с оголением арматуры. Обнаружены механические повреждения и значительные разрушения по всей площади подводной части станции. Выявлены множественные разрушения, такие как каверны, отколы, вымывание цемента с оголением арматуры, полное разрушение защитного слоя бетона с оголением арматуры. Были также выполнены работы по оценке остаточной прочности бетона неразрушающим методом внутри здания станции ниже уреза воды. Результаты показали, что подводная часть здания станции имеет очень низкие прочностные характеристики бетона. По количеству обнаруженных разрушений и повреждений, по их состоянию и размерам, а также по результатам оценки прочности бетона подводной части станции, можно сделать предварительный вывод, что данная станция из всех двадцати обследованных имеет самый большой физический износ. Состояние данной насосной станции можно оценить как частично



Рис. 7. Наросты органического происхождения по всему периметру здания станции



работоспособное, т. к. в результате визуального обследования выявлено множественное количество локальных сколов, каверн с обнажением арматуры, поверхность бетона шероховатая с признаками шелушения по всей площади подводной части станции, что можно видеть на фотографиях.

При обследовании приемного бассейна следующей насосной станции обнаружено, что сборная железобетонная конструкция водобойного гасителя разрушена — опрокинута два железобетонных блока. Разрушение целостности конструкции водобойного гасителя приводит к сбою течения, что впоследствии может привести к размыву берегов отводящего канала. Необходимо восстановить проектную целостность конструкции водобойного гасителя.

По результатам обследования другой насосной станции обнаружено сильное обрастание подводной части станции растительными организмами. Большая площадь подводной части здания насосной станции, начиная с глубины 0,5 до 5 м, подвержена интенсивному росту органического происхождения в виде крупных наростов — сталактитов толщиной до 10 см. Наблюдается бурное развитие наростов белого, зеленого, коричневого цветов, по данным признакам возможна вероятность на присутствие в воде щелочи, что приводит к ухудшению качества питьевой воды. Нужно выполнить химический анализ воды в районе насосной станции, определить причину интенсивного обрастания растительными наростами подводной части здания станции.

На дне перед водоприемной камерой обнаружены затонувшие предметы — строительный мусор в виде арматуры, проволоки, различных металлических частей. Затонувшие предметы небольшого размера беспрепятственно могут попасть через решетку в полость насоса, в процессе чего двига-



Рис. 8. Затонувшие предметы в виде арматуры, проволоки, металлических предметов

тели насоса подвергаются разрушению. Необходимо поднять строительный мусор.

Наша работа показала, что телеуправляемые подводные аппараты в осмотровых и поисковых работах могут практически полностью заменить труд водолазов и аквалангистов, обеспечить выполнение работ с большей эффективностью за меньшее время и снизить затраты при осмотрах. В последние годы развитие рынка телеуправляемых подводных аппаратов и усиление норм безопасности при проведении водолазных работ за рубежом практически привели к запрету работы водолазов без поддержки подводных аппаратов. Особенно это касается работ с повышенным риском для водолазов и в случае, когда требуется обязательное видеодокументирование процесса выполнения. Использование дистанционно-управляемых подобных аппаратов ни в коем случае не исключает работу водолаза под водой, а делает ее более безопасной и эффективной.

**ТНПА "Video Ray Pro IV"**

- Выполнение широкого спектра подводно-технических, научно-исследовательских и военных задач
- Рабочая глубина 305 м
- Компактный и легкий: переносится одним человеком, перевозится в багажнике легкового автомобиля
- Не требует предпусковой подготовки
- Установка различного навесного оборудования
- Автономная работа в удаленных районах (потребляемая электрическая мощность менее 1 кВт)

**ДАЙВ ТЕХНО СЕРВИС**  
www.diveservice.ru

VideoRay • Sub Atlantic  
Perry Slingsby Systems

**ТНПА осмотрового, инспекционного и рабочего классов**

ООО «Дайвтехносервис» является официальным представителем компаний VideoRay, Sub Atlantic и Perry Slingsby Systems в России и обеспечивает поставку, ввод в эксплуатацию, гарантийное и послегарантийное обслуживание.

## КАК ОБЕСПЕЧИТЬ ВОДОЛАЗНЫЕ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

*The latest offers of water warmed equipment and special techniques of its application, recommendations for choosing are in the article. As well you will be able to find an announcement of the recent development in the range of battery heated equipment which will be as expected at most reliable and practical for working in cold environments.*

### Особенности водообогреваемого и электрообогреваемого водолазного снаряжения

Обследование, строительство и ремонт подводных частей гидротехнических сооружений зачастую требуют проведения водолазных работ в условиях пониженных температур, что невозможно без специального снаряжения и оборудования.

Длительное время единственным средством защиты водолаза от холода являлись меховые чулки, носки, шерстяное белье. Позже появились более современные утеплители различной плотности, созданные на базе материалов Thinsulate. Однако, если водолазу необходимо находиться в холодной воде более двух часов, любые «пассивные» теплозащитные средства окажутся бесполезными. В этом случае могут помочь только средства «активной» термозащиты, такие как водо- и электрообогрев.

#### Водообогреваемое снаряжение

На сегодняшний день водообогреваемое снаряжение широко применяется при проведении водолазных работ в северных морях и реках во время строительства дамб, мостов, плотин, обслуживания газопроводов. В то же время такое снаряжение может использоваться для охлаждения водолаза — к примеру, при проведении водолазных спусков на ТЭЦ и предприятиях металлургической промышленности.

Главным элементом снаряжения является установка водообогрева. По типу размещения установки могут быть переносными (подача теплоносителя до 100 м) и стационарными (подача теплоносителя до 400 м). По типу нагревательных элементов установки водообогрева делятся на электрические и работающие на жидком топливе (бензин, солярка).

Теплоноситель, которым является пресная или морская вода, подается к установке водообогрева при помощи погружного насоса. К установкам, размещаемым стационарно на судне, теплоноситель может подаваться от судовой системы.

Панель управления нагревом воды и подачи ее в гидрокombineзон обычно размещается на пульте управления водолазными спусками или около него.

Костюм водообогрева водолаза изготавливается из компрессионного неопрена с трубчатой системой распределения теплоносителя или с перфорированными трубками, вшитыми в него. В комплект водообогреваемого костюма входят боты и перчатки.

Учитывая климатические условия и сложность выполняемых водолазами работ, компания «Тетис Про» предлагает удобный в эксплуатации и обладающий высокой надежностью комплект водообогреваемого снаряжения.

#### В состав комплекта входят:

- стационарная установка водообогрева SMP OF2000/SMP OF4000;
- шланг подачи горячей воды FBL-08H внутренним диаметром 12,7 мм (60 м);
- водообогреваемый гидрокombineзон Viking HWS;



Рис. 1, 2. Водолаз в условиях низких температур





Рис. 3. Установка водообогрева SMP OF2000м

- боты неопреновые для водообогреваемого гидрокombинезона, 5 мм;
- перчатки пятипалые неопреновые с рифлением на ладонях, 5 мм;
- гигиенический «мокрый» монокостюм Aqua Lung Bali.

Одним из основных элементов комплекта является стационарная установка водообогрева SMP OF2000 или SMP OF4000. Она предназначена для нагрева воды в специальных котлах и подачи теплоносителя (теплой воды) в водообогреваемый гидрокombинезон водолаза по открытой схеме на глубины до 100 м.

Установка оснащена полным набором индикаторов и сигнализаторов на случай нештатной работы. Представлена автоматическая регулировка температуры в пределах  $\pm 0,6$  °C, что обеспечивает постоянное поддержание температуры воды, подаваемой для обогрева водолаза, имеется современная и эффективная фильтрующая система.

Все элементы установки смонтированы внутри корпуса, изготовленного из нержавеющей стали, благодаря чему установка защищена от брызг и может быть размещена как в контейнере, так и на борту судна. В комплекте с установкой поставляется погружной насос из нержавеющей стали со шлангом. Производительность насоса 32 л/мин, создаваемый напор 10 бар.

**Для обогрева водолаза во время длительного пребывания в холодной воде используется водообогреваемый гидрокombинезон Viking HWS.**

Гидрокombинезон изготовлен из вулканизированной резины, покрытой с внешней и внутренней сторон синтетическим материалом Armatex Jersey, плотность которого 1100 г/м<sup>2</sup>. Материал абсолютно нежимаем, что обеспечивает неизменную плавучесть водолаза на различных глубинах, и устой-



Рис. 4. Водообогреваемый гидрокombинезон Viking HWS

чив к усадке при постоянных сушках гидрокombинезона на сушильной установке. Для усиления швы материала гидрокombинезона проклеены с наружной стороны прочной упругой нейлоновой лентой, а с внутренней стороны — вулканизируются лентой из резины. Молния с защитным клапаном расположена вертикально на груди в средней части по вертикали. Шейный обтюратор гидрокombинезона выполнен из неопрена.

Система трубок теплоносителя проложена по торсу со стороны спины и груди. Концы трубок, выходящих из рукавов и штанин гидрокombинезона, открыты для свободного истечения теплоносителя.

Клапан подачи теплоносителя в гидрокombинезон располагается на правом бедре, позволяет регулировать подачу воды и рассчитан на давление 40 кгс/см<sup>2</sup>.

В комплекте с гидрокombинезоном поставляются перчатки и боты, изготовленные из пятимиллиметрового неопрена. Для предотвращения срыва потоком теплоносителя боты имеют увеличенную длину голенища, а перчатки — удлиненные краги. Кроме того, для предотвращения соскакивания боты и перчатки имеют застежку крепления к костюму типа «велкро». Теплая вода, выходящая из трубок, попадает в перчатки и боты, обеспечивая теплом руки и ноги водолаза.

**Под водообогреваемый гидрокombинезон надевается гигиенический «мокрый» монокостюм Aqua Lung Bali.** Гигиенический костюм предохраняет тело водолаза от прямого воздействия теплоносителя и осуществляет функцию пассивной защиты водолаза по принципу гидрокombинезона мокрого типа в случае отказа системы обогрева.

Костюм выполнен из неопрена, с подкладкой из материала джерси. Все стыки проклеены и прошиты двойным швом, что обеспечивает максимальную прочность и надежность



Рис. 5. Жилет с электроподогревом (схема)

костюма. Ворот костюма покрыт лайкрой для большего комфорта. Манжеты выполнены из неопрена «гладкая кожа», для усиления обтюрации и облегчения надевания.

Основными преимуществами комплекта являются полностью автоматическое управление установки подачи горячей воды, а также простота и надежность конструкции, позволяющей проводить текущий ремонт в «полевых» условиях.

Полный комплект водообогреваемого снаряжения был принят в эксплуатацию и активно используется ВМФ России, кроме того он входит в состав оборудования всех четырех водолазных судов проекта SDS08 — «Стольный град Ярославль», «Ростов Великий», «Углич» и «Рыбинск».

#### Электрообогреваемое снаряжение

По сравнению с водообогреваемым снаряжением электрообогреваемое не получило на сегодняшний день широкого распространения — в основном из-за поломки теплопроводящих элементов при эксплуатации и транспортировке. Тем не менее в настоящее время представлено достаточно много вариантов электрообогреваемого снаряжения, среди которых системы Fa&MI (Италия), Turphoon Ice Breaker (США), Santi (Польша), UTD (США), Golem gear, Q-Vest и т. д.

Понимая потребность водолазов в использовании максимально надежного и удобного оборудования, особенно в ус-

Рис. 6. Жилет с электроподогревом

ловиях низких температур, компания «Тетис Про» в настоящий момент занимается разработкой современной системы электрообогреваемого снаряжения. Новая система призвана совместить в себе, в отличие от всех представленных аналогов, как «активную», так и «пассивную» теплозащиту. Роль «пассивной» защиты выполняет гидрокombинезон, роль «активной» защиты — тепловолокно FiberThermics. Таким образом, электроподогрев может работать как постоянно, так и включаться по необходимости. Благодаря наличию аккумуляторной батареи новая система будет обладать легкостью. А благодаря своей демократичной стоимости она вскоре сможет появиться в арсенале практически каждого профессионального водолаза.



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



## ВОДОЛАЗНОЕ ДЕЛО РОССИИ — ПЕРВЫЕ ШАГИ (XVIII — НАЧАЛО XIX ВЕКОВ)



**Боровиков П. А.,**  
канд. техн. наук, член  
исторических водолазных  
обществ России и  
Великобритании

*We continue the series of publications about history of diving work in Russia. The author P. A. Borovikov has devoted more than 50 years of his professional activities to deep diving technologies and underwater works. In this article he goes through the period of civil diving birth in the 18-th — beg. 19-th centuries in Russia when the instrumentation and methods of diver's work were appeared.*

Как следует из приведенной в предыдущей статье (*Гидротехника, 2012, № 3, стр. 125–127 — прим. ред.*) периодизации истории развития водолазного дела России, первый этап в водолазной истории России — это период использования водолазных колоколов, продолжительность которого можно обозначить с начала XVIII в. и до середины XIX в. — до появления индивидуального водолазного снаряжения.

На западе водолазные работы с использованием колоколов начались еще в XVI в. Данные о времени и о путях проникновения этой технологии в Россию пока не обнаружены, нет пока данных и о том, кто их поставлял, изготавливали ли колокола в России, и если да, то кто, сколько их было — хотя бы примерно. Анализировать приходится признаки и сведения косвенные, но и из них можно сделать некоторые выводы, которые и предлагаются вашему вниманию.

Итак, что такое водолазный колокол в понимании XVII–XIX вв.? Это открытый снизу сосуд, внутри которого постоян-

но — и во время спуска, и во время подъема — сохраняется воздушная подушка, сжатая до давления окружающей колокол в данный момент воды. Колокола были двух «типоразмеров» — на одного водолаза (**рис. 1**) и для группы водолазов (**рис. 2**). Колокол опускался под воду с борта специально оборудованного судна с помощью соответствующего спуско-подъемного устройства (**рис. 9**). Колокол тех времен со всем вспомогательным оборудованием представлял собой прототип современного водолазного комплекса.

Задачи, которые решали водолазные службы тех лет, определялись течением самой жизни. Во-первых, почти непрерывные войны на море и на суше требовали подъема утопленных во время боевых действий кораблей и транспортных судов или демонтажа с них артиллерийских орудий и дельных вещей, а также подъема грузов. Во-вторых, ускоренное развитие промышленности в XVIII в. привело к увеличению грузооборота по водным путям и, соответственно, к неизбеж-

ной гибели судов как на море, так и на реках. Это, в свою очередь, обуславливало необходимость и целесообразность подъема затонувших судов или их грузов. И, в-третьих, устройство водных путей и создание портов на морях и на реках требовали использования водолазного труда на строительстве гидротехнических объектов.

Еще одной особенностью тех лет, во всяком случае, в начале — середине XVIII в., является отсутствие ведомственной структурированности водолазных служб. Все водолазные компании того времени были частными, «вольными» — как их стали называть в середине — конце XIX в.; понятие «казенный» водолаз как работник государственного предприятия в то время еще не сформировалось. За государством оставался лишь надзор посредством портовых властей за размещенными в границах порта водолазными компаниями (на предмет их готовности к проведению, при необходимости, аварийно-спасательных работ), которые, как было отмечено, работали и на гражданский, и на военный флот. Интересно отметить, что, по данным историков российской биржи, одним из первых акционерных обществ в России была именно водолазная компания (работающая по Финскому заливу), которая была открыта в 1755 г. и просуществовала до 1822 г.

Основным видом деятельности водолазных компаний того времени были аварийно-спасательные работы, примеров их выполнения, упомянутых в архивных документах, довольно много, поэтому приведем только те, которые в какой-то мере характеризуют общее положение дел с подводными работами в XVIII — XIX вв.

В 1715 г. от удара молнии в кройт-камеру взорвался и затонул 70-пушечный корабль «Нарва». Для демонтажа с него орудий и последующего его подъема был задействован водолазный колокол и законтрактованы три голландских водолазных специалиста, которые, судя по сохранившимся платежным документам, работали в России вплоть до 1734 г. Насколько известно, это первый документально подтвержденный случай использования в России водолазного колокола.

В 1746 г. в р. Неве у причала затонула баржа с грузом «казенного» железа. Штатных «казенных» водолазов, которым можно было бы просто приказать выполнить работу по подъему, не нашли, а «вольных» водолазов пытались найти по объявлению через газету. Объявления давались неоднократно, с интервалом в несколько месяцев, но с объявлявшимися потенциальными подрядчиками договориться по цене за работы не удалось.

В 1790 г. в русско-шведской битве в районе г. Котки (Финляндия) на глубине 16 м затонул гребной фрегат Балтийского флота «Святой Николай». В 1795–1796 гг. под руководством рижского водолазного комиссара Карла Гейнриха Риделя с правого борта «Святого Николая» с помощью водолазных колоколов и понтонов было поднято около полутора десятков орудий (весом около 2 т каждое).

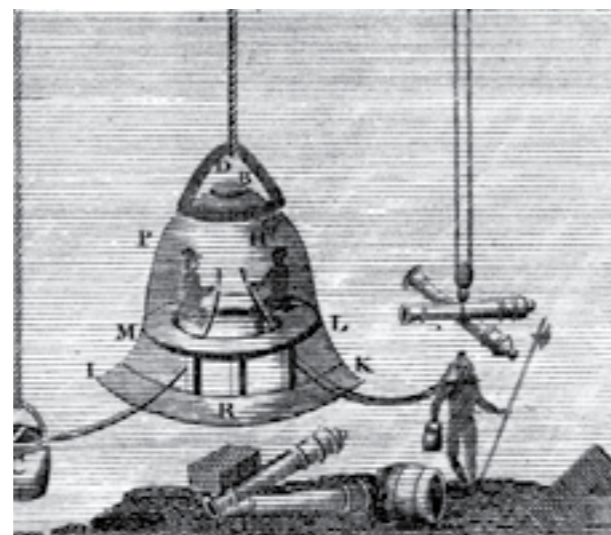
На счету водолазов было немало успешных операций, однако водолазные спуски в колоколе не всегда были удачны, о чем в архивах сохранились отрывочные данные. Известный российский кораблестроитель петровских времен Ф. М. Склаев (1672–1728 гг.), которому было поручено поднять уже упомянутую ранее «Нарву», в одном из своих отчетов о ходе работ пишет: «...Ныне повторительно прошу ... донести Е. В. что изъ корабля Нарвы пушек и балласта не могут вынуть кроме двух пушек, которые русский водолазь вынул без колокола и безъ всякаго инструнту и третью завязалъ да не могут вытнать, а которая въ колоколе лязать въ теъ по се число никакого промысла отъ нихъ нетъ, токмо слазить и осмотра скажутъ что есть пушки и баластъ, а вынуть не могутъ ничего...».

Если публикации о судоподъемных работах того времени можно встретить в архивах, то публикаций по применению водолазного труда в гидротехническом строительстве в XVIII в. практически нет, хотя косвенные указания на то, что подобные работы велись, в литературе встречаются. Например, в нескольких документах есть упоминание об использовании водолазов при строительстве канала в г. Кронштадте в 1790-х гг.

В XIX в. ситуация несколько поменялась: прошла некоторая структуризация рынка водолазных работ, и сформировалась как сфера приложения водолазного труда гидротехническое строительство. Судя по публикациям, применение водолазного колокола в гидротехническом строительстве как эффективного средства выполнения подводных работ было окончательно признано гидротехниками только в XIX в. С 1840-х гг. в «Журнале Управления путей сообщения



**Рис. 1.** Одноместный водолазный колокол конца XVII в. Так его изобразил очевидец водолажных работ аббат Негри в своей книге *Viaggio Settentrionale*, изданной в Падуе в 1700 г.



**Рис. 2.** Многоместный водолазный колокол начала XVIII в.



**Рис. 3.** Водолаз в кожаной «спецодежде» перед погружением в водолазный колокол (на заднем плане) (реконструкция снаряжения и оборудования конца XVII в., сделанная шведскими водолазами-историками в 1960-х гг.)



и публичных зданий» стали периодически появляться материалы об устройстве и применении водолазных колоколов, а в одной из статей, напечатанной в 1845 г., решаемые водолазами задачи были сформулированы уже достаточно четко: «Водолазные колокола употребляются в строительном деле для осмотра подводных частей гидротехнических сооружений, производимых без отлива воды. Они необходимы также и при самом производстве подводных работ, как то: при каменной кладке, заравнивании бетонной массы, подплавивании свай и проч.».

Примерно в этот же период на гидротехнических работах стали использовать преимущественно многоместные колокола, тогда как за одностестными оставались корабельные и аварийно-спасательные работы в структуре военно-морского флота.

Рассмотрим в историческом аспекте, какой была технология выполнения водолазных работ из водолазных колоколов, какая использовалась техника и как обстояло дело с кадрами и с нормативной базой.

**Технология водолазных работ**

В конце XVII и до начала XIX вв. в практике подводных работ использовались как одностестные, так и многоместные колокола. К сожалению, описаний очевидцев процессов погружения людей в водолазных колоколах в России нет, поэтому нам придется частично обратиться к зарубежным источникам, а частично реконструировать процесс погружения, опираясь на понимание процесса спуска/подъема водолазного колокола и специфику восприятия окружающей обстановки современным водолазом.

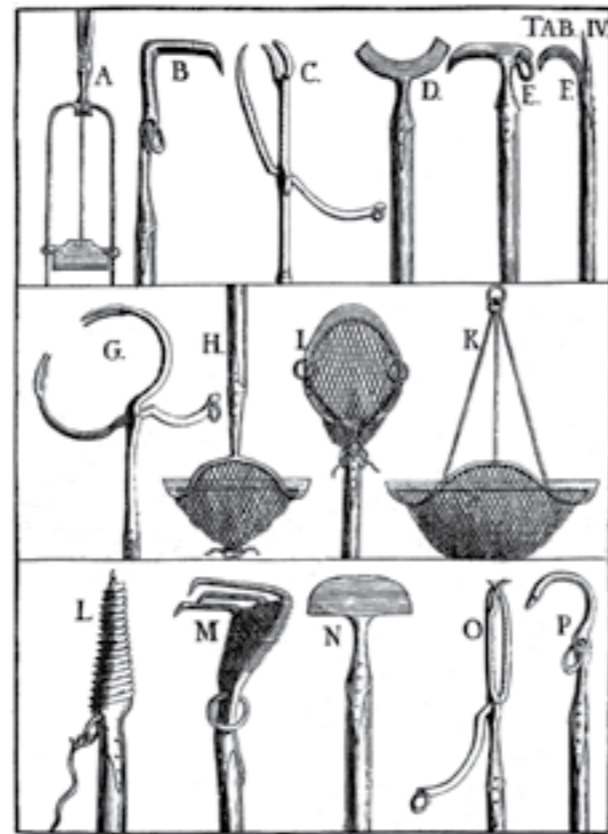
Одностестным колоколам «позвезло» — достаточно подробное и при этом единственное описание процесса погружения относится к водолажным работам по подъему в конце XVII в. орудий с борта затонувшего в бухте Стокгольма на глубине около 30 м галеона «Ваза». Очевидец этого погружения аббат Негри писал в своих дневниках: «Они выбрали человека, который должен был пойти под воду. Водолаз сел, и они дали ему кольцо, скрученное из железной полосы шириной в два пальца, которое он надел на ногу и поднял выше колена. Затем он надел на ногу кожаный сапог с высоким голенищем, верхний край голенища был обернут вокруг кольца и закреплен несколькими витками веревки. Таким же образом он надевал и второй сапог. Затем на водолаза через голову было надето и закреплено на талии подобное железное кольцо большего размера, вторая пара чулок, изготовленных из шкуры или кожи, кожаный жакет и все это веревками крепилось к надетым на водолаза ранее железным кольцам. Все части [одежды] были закреплены на упомянутых железных кольцах на бедрах и в талии. Для защиты оставшейся непокрытой головы водолаз надевал колпак из обычной ткани.

Одетый подобным образом и готовый к погружению, водолаз шел шаг за шагом на плот (рис. 3). На плоту находился водолазный колокол высотой около 125 см и пропорциональной ширины, сделанный из свинца. Колокол поддерживался двумя деревянными брусками и мог подниматься парой мужчин посредством веревки и шкивов. Водолаз вставал на свинцовую платформу, подвешенную на веревке на 50 см ниже колокола вместо языка колокола (била). Затем водолазу дали круглый шток длиной около 1,5 м с крюком на конце, которым водолаз должен был цеплять найденный на дне предмет для подъема. Потом готовый к спуску колокол с

водолазом внутри вытолкнули за край плота и дали ему возможность погрузиться на дно на глубину в 16 ростов человека (около 26 м), которую я сам измерил веревкой.

При первом спуске, когда они еще не знают глубину воды, водолаз подает сигналы тонкой веревкой, которая проходит под краем колокола и заканчивается на плоту. Под водой водолаз может видеть, потому что прозрачная вода позволяет лучам солнца проходить через нее. Когда [погрузившийся] водолаз через четверть часа подал сигнал и был поднят на поверхность, он принес с собой зацепленную крюком большую дубовую доску с большими и тяжелыми полосами железа...»

В процессе погружения водолаз стоял на груз-площадке, подвешенной под колоколом, по пояс, если не по грудь, в воде, мог видеть только то, что находилось прямо под колоколом и пытаться что-то сделать с помощью специального инструмента: пил, захватов, клещей, секаторов, закрепленных на длинных рукоятках. Инструмента было много (рис. 4), достаточно специализированного, но работать им было сложно. Представьте себе, что вам надо секачом, которым



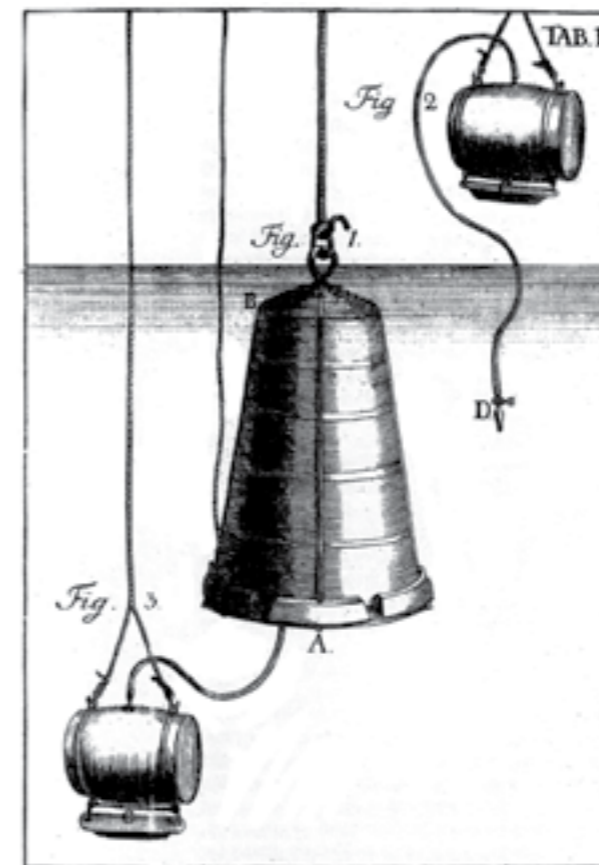
**Рис. 4. Водолазный инструмент начала 1700-х гг.**

A — для резки толстых канатов; B — крюк для вскрытия крышек люков и палубного настила; C — клещи для захвата различных объектов; D — нож (лунообразный для разрезания под водой всех типов веревок; E — крюк-нож с рым-кольцом для крепления веревки, предназначенный для подъема тросов и снастей; F — багор с заточенным крюком; G — щипцы для захвата элементов стоячего; H, I, K — сачки разных форм и размеров; L — бурав-шуроп с рукояткой, полезный при подъеме ящиков, сундуков и т. п.; M — «медвежья лапа» для подъема громоздких объектов; N — инструмент для резки веревок; O — захват; P — крюк для зацепа, перемещения и подъема объектов, имеющих проем для заведения крюка

рубят капусту и который закреплен на шесте, перерубить свободно висящий в воде намокший пеньковый канат диаметром 100–150 мм. Это и на суше не так-то просто, а уж стоя в колоколе, по грудь в холодной воде, и к тому же в полумраке толщи воды...

Столь же подробного описания погружения водолазов в многоместном колоколе в источниках не встречается. Тем не менее гидротехники указывают, что многоместные водолазные колокола использовались для выравнивания поверхности грунта, кладки массивов, бурения отверстий в подводных скалах для взрыва их порохом при дноуглублении и расчистке водных путей.

Необходимо особо отметить, что уже в начале XVIII в. в практике подводно-технических работ основным методом демонтажа конструкций под водой (например, разделки корпусов затонувших судов) и разработки скальных грунтов были подводные взрывы. Для взрывных работ использовался герметично упакованный пороховой заряд, а подрыв его производился вначале с помощью подожженного с поверхности набитого порохом герметичного кожаного рукава (типа того,



**Рис. 5. Метод вентиляции подколокольного пространства от опущенного с поверхности ниже колокола бочонка со сжатым воздухом (гравюра 1734 г.)**

что мы называем сегодня бикфордовым шнуром). А позднее, в 1830-х гг., в практику вошел электроподрыв подводного порохового заряда накальной нитью.

**Техника**

Нет оснований полагать, что с приходом в Россию с запада в конце XVII — начале XVIII вв., в общем-то, уже отработанной технологии применения водолазных колоколов и обла-

дающих практическим опытом выполнения подводных работ водолазных специалистов что-то принципиально новое было введено в практику усилиями российских специалистов — во всяком случае, в те года. Позднее — конечно да, особенно учитывая неугомонный характер русского мастера того века и его страсть к улучшению всего и вся вокруг. Нет также данных о разработке и производстве в России в XVIII — начале XIX вв. как самих водолазных колоколов, так и вспомогательного оборудования к ним. Вероятно, они попадали в Россию «по импорту». Но известно, что за время использования водолазных колоколов в России в их устройство было внесено по крайней мере два существенных улучшения: созданы отечественные системы вентиляции и освещения подколокольного пространства.

В первых образцах колоколов системы вентиляции не было — ни на Западе, ни в России. В конце XVIII в. в качестве средства вентиляции подколокольного пространства начали использовать бочку с закачанным в нее воздухом (рис. 5). Бочка опускалась под воду и, как писали в документах того времени, ниже уровня нахождения колокола — иначе воздух их бочонка в колокол не пойдет; шланг от бочонка заводили в подколокольное пространство и при необходимости открывали его. Свежий воздух из бочонка под давлением перетекал под колокол, однако объем его в бочонке был невелик, и считать это реальной вентиляцией подколокольного пространства было бы сильным преувеличением.

Впервые такой способ подачи воздуха в колокол применил в 1715 г. Галлей. Колокол Галлея представлял собой усеченный конус, изготовленный из дерева. Диаметр колокола по основанию 1,5 м, диаметр по верху 0,9 м, высота его составляла 2,4 м, объем 9,94 куб. м. Колокол балластировался свинцовым листом и тремя грузами, которые одновременно служили и опорой колокола на грунте. Бочонок, использовавшийся Галлеем для вентиляции, имел объем 0,135 куб. м и балластировался, как и колокол, свинцовым листом.

Во второй половине XVIII в. для вентиляции колоколов стали пытаться применять воздушные меха, однако они не обеспечивали ни необходимого давления, ни количества подаваемого под воду воздуха. Следующим шагом в эволюции водолазных колоколов стала конструкция водолазного комплекса Смитона и Ренни, разработанная в 1779 г. и специально предназначенная для гидротехнических работ (рис. 6). Основой комплекса была перемещающаяся в двух координатах по специальным направляющим платформа, оборудованная лебедкой с подвешенным под ней водолазным колоколом и воздушной помпой. Перемещением платформы с колоколом по командам находящихся в колоколе водолазов массив, подвешенный под колоколом, выставлялся соответствующим образом и затем опускался в нужном месте.

Водолазный колокол комплекса имел прямоугольную форму размером 1,8 м в длину, 1,2 м в ширину и 1,5 м в высоту. В верхней части корпуса колокола были размещены иллюминаторы. В воде колокол имел отрицательную плавучесть 3,3 т. Одной из основных особенностей водолазного комплекса Смитона и Ренни была система вентиляции колокола, впервые использующая поршневого насос, по конструкции подобный водяному пожарному насосу. Количество воздуха, подаваемого помпой под колокол, обеспечивало не только полное отжатие воды из подколокольного объема, но и было вполне достаточным для нормального дыхания водо-



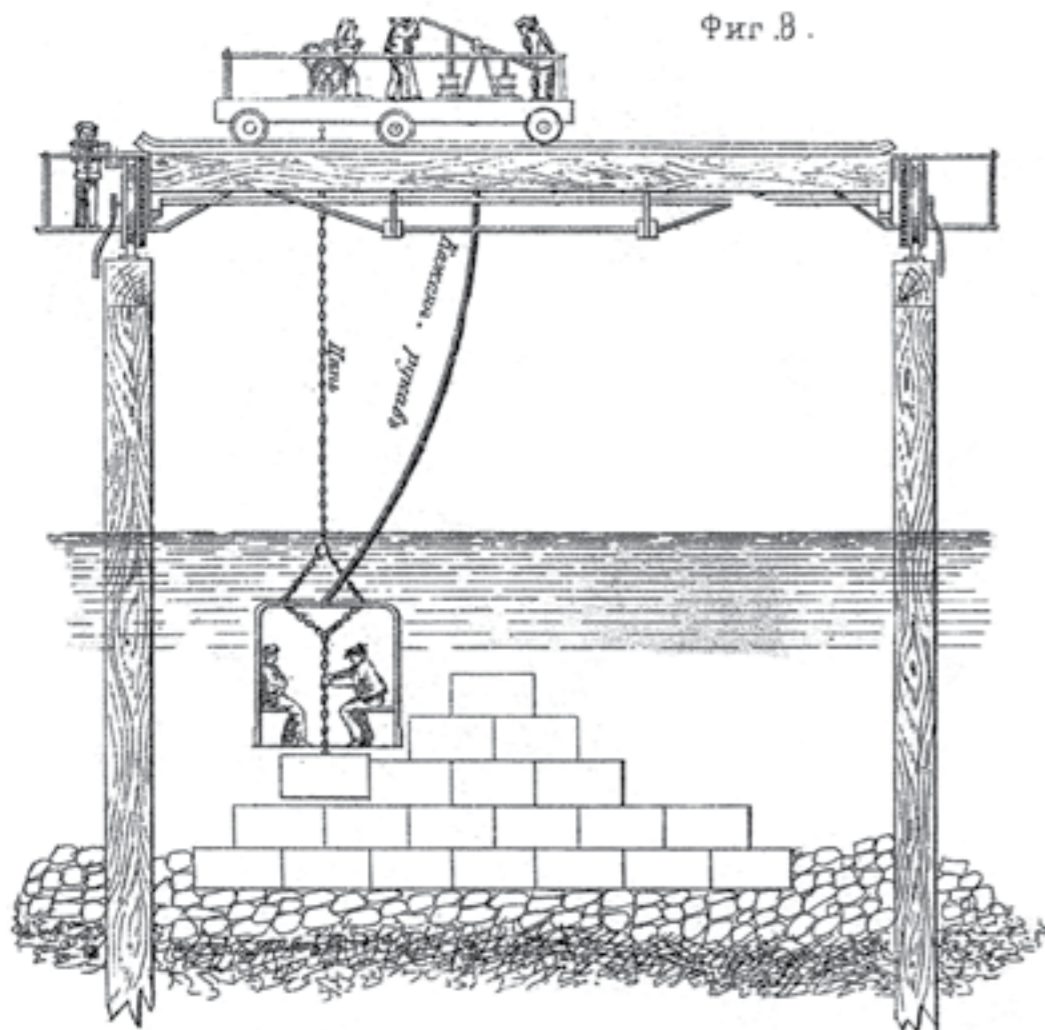


Рис. 6. Водолазный комплекс Смитона и Ренни, 1779 г.

лазов в колоколе. Таким образом, окончательно решалась проблема вентиляции подколокольного пространства.

Наиболее подробное описание водолазного комплекса, включающего в себя и водолазный колокол, опубликовано в 1845 г. в уже упоминавшемся «Журнале Управления путей сообщения и публичных зданий». Описанный в нем водолазный комплекс начала 1840-х гг. использовался при строительстве моста через р. Неву и, по мнению гидротехников тех лет, был достаточно совершенным устройством. Комплекс (рис. 7) вызывает массу ассоциаций: в его конструкции использованы кормовая П-образная спускоподъемная рама, двухскоростная лебедка, трехцилиндровая воздушная помпа, спиральный шланг подачи воздуха в колокол, воздухопроводный узел с предохранительным клапаном (предотвращающим потерю воздуха в колоколе при повреждении или обрыве воздушного шланга) и даже фиксация судна-носителя в точке работ с помощью свай, опускаемых с борта судна и упирающихся в грунт. Много знакомого, не правда ли?

Сам колокол отлит из чугуна и имеет форму усеченной пирамиды с размерами по основанию 2 м × 1,3 м, по верху 1,75 м × 1,05 м, высоту 2 м, внутренний объем 3,2 куб. м и вес в воздухе около 7,3 т. В колоколе при погружении размещались три водолаза. Воздух для их дыхания подавался в подколокольное пространство от

установленной на палубе судна-носителя ручной трехцилиндровой помпы по спиральному шлангу. При уже упомянутом строительстве моста через р. Неву в 1843 г. водолазы в описанном колоколе находились под водой до трех и более часов.

Внутренний объем колокола освещался через иллюминатор или, в случае мутной воды, свечами, установленными в специальном корпусе. Что удивительно — «колокольный» свечной фонарь в России сохранился и находится в фондах Военно-морского музея. Этот экземпляр фонаря, разработанного капитаном Лейб-гвардии саперного батальона бароном Тизенгаузеном, был изготовлен в 1853 г.

Фонарь (рис. 8) имеет форму вертикального цилиндра с конической крышечкой; диаметр фонаря 270 мм, высота около 510 мм. Основой фонаря является двойной цилиндрический стеклянный стакан, зажатый в медных оправах-фланцах с шестью вертикальными стойками. Внутри фонаря расположен поддон-подсвечник с гнездами на четыре свечи, над ними — сетка для пламягашения. Верхняя конусная медная крышка крепится к фланцу стеклянного стакана шестью откидными винтами с барашками. К крышке также на шести винтах с барашковыми гайками крепится кожух с воздухоподом прямоугольной формы.

Связь водолазов с судном-носителем обеспечивалась перестуком или с помощью сигнального конца, пропущенного через нижний обрез колокола. В то время уже применялась

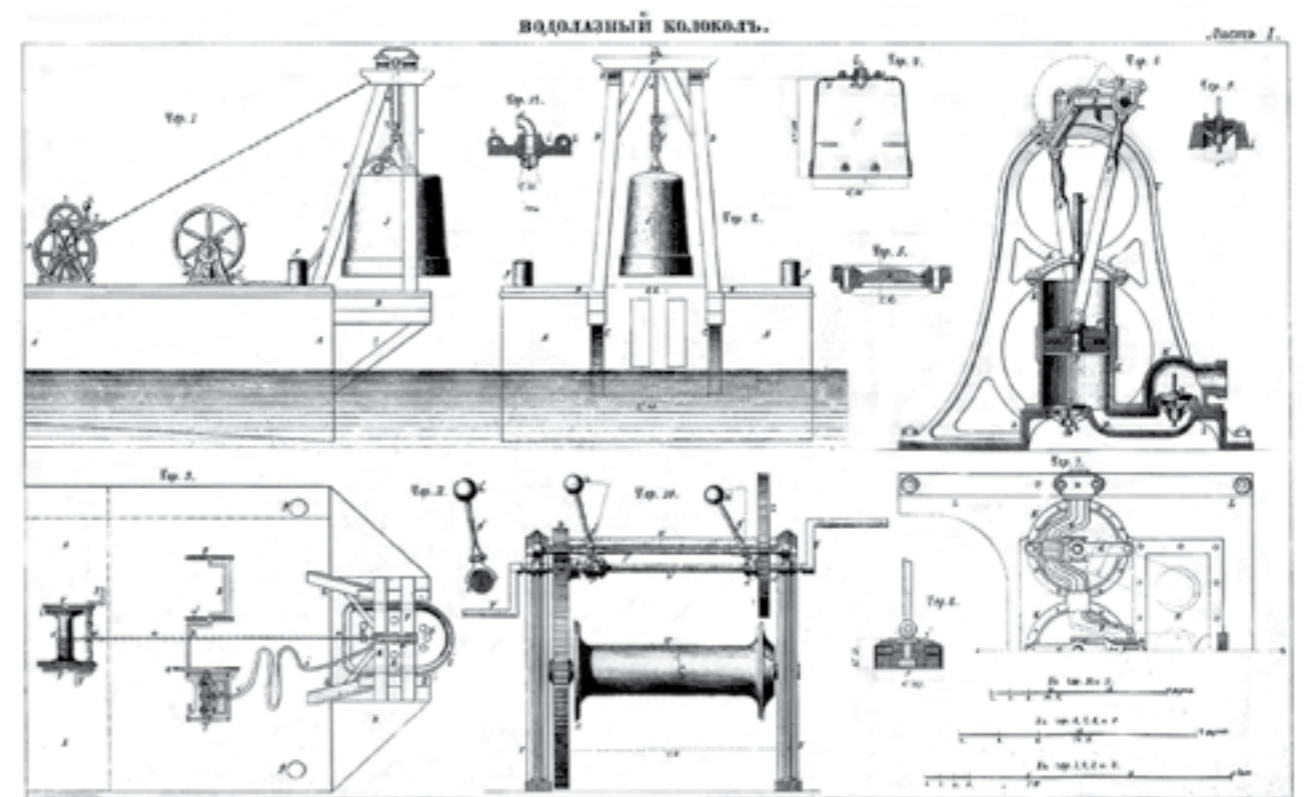


Рис. 7. Водолазный комплекс 1840-х гг.

Чер. 1. Представляет въ Фасаде колоколь, съ принадлежностями на палубе судна. Чер. 2. Концевой видъ судна со стороны колокола. Чер. 3. Общее расположеніе всехъ частей въ плане. Три эти чертежа сделаны по масштабу въ 1/80. Чер. 4. Изображаетъ колоколь въ продольномъ разрезе. Чер. 5. Разрезъ, посредине, чечевицеобразнаго стекла, вставленнаго въ окошко. Чер. 6. Разрезъ, отвесною плоскостью, по линіи 1—2, тройнаго насоса для накачиванія воздуха въ колоколь. Чер. 7. Планъ насосовъ. Чер. 8. Разрезъ поршня. Чер. 9. Разрезъ нагнетальнаго клапана. Чер. 10. Фасада ворта для подниманія и опускающаго колокола. Чер. 11. Рычагъ для сцепленія и разцепленія колесъ въ вортѣ. Чер. 12. Разрезъ крышки колокола и трубки, въ которую вставляется приемный рукавъ

таблица условных сигналов, и, несмотря на весь технический прогресс, достигнутый за последние двести лет, перестук из барокамеры и сигнальный конец остались в водолазной практике и по сей день как крайняя мера при отказе штатных переговорных устройств.

Для опускания водолазного колокола под воду было необходимо специально оборудованное судно-носитель или, во всяком случае, судно, способное поднять с палубы и опустить в воду груз весом в несколько тонн. Эти суда на первом этапе представляли собой баржу с установленными на них стационарно спускоподъемным устройством и воротом (рис. 9). В более поздних разработках ворот заменили на лебедку, а к оборудованию прибавились воздушная помпа и средства удержания судна-носителя в необходимом для работы положении.

#### Кадры

Первое упоминание о кадровом составе водолазов приводится в описании работ на «Нарве» — там трудятся и российские водолазы, и «импортированные» из Амстердама и осевшие в России до 1734 г., что косвенно говорит о востребованности водолазов.

Что же такое «водолаз» в понятиях XVIII в.? Специальная водолазная подготовка им, судя по всему, не требовалась — для погружения в водолажном колоколе водолазу нужны лишь здоровье и крепкие нервы. Этого было достаточно,

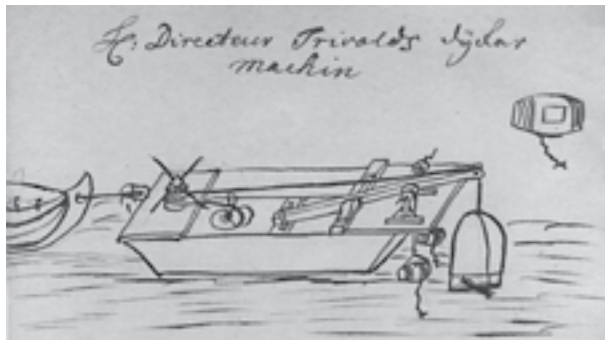


Рис. 8. Свечной фонарь барона Тизенгаузена на четыре свечи, предназначенный для работы в водолазных колоколах (образец 1853 г.)

чтобы погрузиться в воздушном пузыре колокола под воду и подняться в нем же на поверхность. А уже с опытом приходило умение работать захватами, крюками, пилами и прочей оснасткой, которых насчитывались десятки самого различного назначения.

Тем не менее в середине XVIII в. водолазов явно не хватало — информация об этом сохранилась благодаря случаю.





**Рис. 9. Судно обеспечения водолазных и подводно-технических работ начала 1700 гг. (из книги 1729 г. издания).** Здесь есть все, что несет на себе современное судно с глубоководным водолазным комплексом (конечно, с поправкой на технический уровень конца XVI — нач. XVIII вв.): само судно, водолазный колокол, кран-балка, лебедка, источник дыхательной смеси для водолазов (в данном случае — сменные емкости — бочонки — со сжатым воздухом для вентиляции подколокольного пространства)

В 1738 г. при переправе через Днепр русские войска утопили пушки, и командование войсками затребовало у Санкт-Петербурга водолазов для их подъема. По распоряжению императрицы Анны была проведена «инвентаризация» водолазов, в результате которой было обнаружено, что: «...при здешнем адмиралтействе только один из матроз водолаз и тот определяется по выемке потопших в Охте реке (спасатель? — авт.) ... штатной канцелярии Главной Команды объявлено водолазов при тамошних ... двадцать человек, которыхя вседневно обретаются въ водолазныхъ а зимой в плотничьихъ работахъ, да на карабляхъ и фрегатахъ нашлось знающихъ въ водолазномъ деле четыре человека...». В итоге шесть водолазов из обнаруженных двадцати пяти были отправлены на Днепр, но, похоже, пушки поднять им не удалось.

Аналогичный поиск водолазов был произведен в 1772 г., когда нужно было поднять со дна судно, затонувшее «... 3 денежной казною и каталожными материалами...», — тогда удалось найти только четырех человек.

**Нормативная документация**

Известно, что первые правила водолазной службы, в которых, по-видимому, рассматривалось использование водолазных колоколов: «Известия о порядке, кои соблюдать должно при водолазании и вытаскивании товаров из воды», были выпущены в Санкт-Петербурге в 1763 г. К сожалению, пока полный текст этих Правил обнаружить не удалось, однако мы надеемся, что рано или поздно они найдутся.

Первый указ, как-то выделяющий водолазов из общей массы «казенных» людей, был издан в 1798 г. Он касался водолазов, работающих на строительстве в Кронштадте канала им. Петра Великого, и предписывал выдачу им усиленного продуктового пайка, а именно: 6 чарок вина (т. е. в понятиях того времени — водки или ее крепкого аналога) и полфунта мяса ежедневно.

Выделение водолазов в отдельную категорию специалистов документально проявляется в 1854 г. — «Государь Императоръ Высочайше повелеть изволил: нижнимъ чинамъ морскаго ведомства (ВМФ — автор), отряжаемымъ во всехъ военныхъ портахъ, къ подводнымъ при водолазныхъ колоколахъ работамъ, производить тоже довольстве, которое производится машинистамъ при землечерпательныхъ маши-

нахъ, т. е. по три рубля серебромъ въ месяцъ каждому, сверхъ речной провизии, за время производства работъ.

О таковой Высочайшей воле Инспекторскій Департаментъ объявляетъ по морскому ведомству для надлежащаго исполнения. (17 марта)».

Далее водолазы уже стали «узаконенной» профессиональной категорией.

**Техническая литература**

Профессиональная литература XVIII — начала XIX вв. представляет собой в основном либо полные переводы зарубежных книг, либо компиляции из них. Примером перевода может служить книга «Книга о способах, творящих воздухождение рек свободное» в переводе Б. И. Волкова, изданная в 1716 г. В ней собственно водолазным делам уделено немного места, но для нас ценность ее в том, что в ней приведена гравюра, подробно, шаг за шагом, показывающая использование водолазного колокола при подъеме груза с затонувшего судна.

Примером удачной компиляции может служить уже упоминавшаяся статья «О водолазах» (1729 г.), в которой удивительно для того времени подробно и, главное, правильно, описано механическое воздействие давления на организм человека и, в частности, на среднее ухо (водолазы знают, что это такое — баротравма уха).

С начала XIX в. стали появляться и отечественные публикации, в частности, в уже неоднократно упомянутом «Журнале Управления путей сообщения и публичных зданий». Только в период с 1845 по 1861 гг. в этом журнале были опубликованы статьи «Устройство и употребление водолазного колокола» (1845 г.), «Водолазное судно» (1849 г.), «Водолазный колокол новаго устройства» (1857 г.), «Новый водолазный колоколь» (1859 г.), «Лампа Дони для освещения работ» (1861 г.). Хотя по датам публикаций эти статьи несколько выходят из обозначенного нами периода, но сам факт систематического появления в профессиональном издании серии статей о водолазных делах говорит о востребованности обществом водолазных работ как вида производственной деятельности человека.

Завершая описание первого этапа становления гражданского водолазания в России, необходимо отметить, что уже в 1830-х гг., с появлением в России снаряжений Гаузена (1829 г.) и Дина (1838 г.), началось разделение двух линий развития технических средств выполнения подводных работ — водолазных колоколов и индивидуального водолазного снаряжения. С этого момента индивидуальные «одноместные» водолазные колокола в их «классическом» исполнении пошли на убыль, а коллективные «многоместные» стали трансформироваться все более и более в кессоны.

Подводя итог изложенному, можно сказать, что пока для нас история водолазного дела XVII — начала XIX вв. весьма обрывочно-фрагментарная, а то немногое, что о ней известно, мы знаем в значительной мере благодаря колоссальному труду уже упоминавшегося профессора А. Ю. Следкова, перелопатившего гору архивных материалов и сделавшего их доступными для анализа. Тем не менее, несмотря на все неясности и «белые» пятна, можно вполне обоснованно заключить, что в XVIII — начале XIX вв. гражданская водолазная служба в России родилась, устойчиво развивалась и к середине XIX в. стала интегрированной частью общей хозяйственной деятельности российского общества.

## ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ «ГИДРОТЕХНИКА» В 2013 ГОДУ

**Уважаемые читатели!**

С 2013 года журнал «ГИДРОТЕХНИКА» переходит на платную подписку. Предлагаем оформить подписку в редакции, что гарантирует вам стоимость без наценки, систему скидок и контроль доставки со стороны отдела подписки нашего издательства.

**Оплата производится по договору-счету. Бухгалтерские документы** предоставляются по адресу получателя журнала. **Доставка** осуществляется заказной бандеролью через Почту России. **Стоимость** доставки входит в стоимость подписки.

**Стоимость подписки (в рублях):**

- 1 номер — 750
- 2 номера — 1400
- 3 номера — 2100
- 4 номера — 2600

При заказе одного номера в количестве **более 3-х** экземпляров **скидка 10%**.

Бланки подписки и копии платежных поручений принимаются по **факсу (812) 712-90-48**, а также по e-mail: [dostavka@hydroteh.ru](mailto:dostavka@hydroteh.ru)

Начальник отдела доставки **Ольга Вадимовна Кудрявцева: (812) 640-03-34.**

Авторам и рекламодателям бесплатно предоставляются два экземпляра номера и электронная версия в формате PDF.

**Сведения о подписчике**

Пожалуйста, впишите количество экземпляров в нужные вам номера:

Нужные номера	№ 1 (январь)	№ 2 (апрель)	№ 3 (июль)	№ 4 (октябрь)
Количество экземпляров каждого номера				

Наименование компании/организации	
Юридический адрес с индексом:	
Сфера деятельности компании:	
Ф.И.О., наименование должности руководителя	
ИНН/КПП:	
Расчетный счет:	
Наименование и место нахождения банка	
Кор. счет банка	
БИК	
Ф.И.О., должность получателя	
Почтовый адрес доставки	Улица, дом, номер офиса (по необходимости), город, район/область/край/республика, почтовый индекс
Телефоны для связи с получателем	(код города)
Факс для отправки счета	(код города)
E-mail для отправки счета	

**Возможные формы сотрудничества**

Отметьте, пожалуйста, возможные для вас формы сотрудничества с журналом

- Публикация статьи на тему \_\_\_\_\_
- Размещение рекламы
- Участие в распространении журнала





# Журнал ГИДРОТЕХНИКА

Преемник журнала «Техника для гидротехнического строительства» (2005–2008)  
Член Ассоциации «МОРПОРТЭКСПЕРТИЗА»

Журнал размещен в Национальной электронной библиотеке и включен в Российский индекс цитирования

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

Оформите подписку на журнал «ГИДРОТЕХНИКА»

Учредитель: издательство «ТАНДЕМ» (ООО)

Издатель: ООО «Издательский дом «ГИДРОТЕХНИКА»

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](mailto:gts2005@yandex.ru)

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

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

Отдел рекламы:  
**Ковалевич Елена Валентиновна**  
(812) 712-90-66, [evk@hydroteh.ru](mailto:evk@hydroteh.ru)

**Афанасьева Нина Евгеньевна**  
(812) 640-19-84, [gidroteh2008@yandex.ru](mailto:gidroteh2008@yandex.ru)

Руководитель отдела подписки и доставки:  
**Кудрявцева Ольга Вадимовна**  
(812) 640-03-34, [dostavka@hydroteh.ru](mailto:dostavka@hydroteh.ru)

Дизайн и верстка: **Евгения Морозова**

Корректор: **Мария Доброва**

Перевод: **Нина Ломако**

Фотокорреспондент: **Евгений Елинер**

Отпечатано в ООО «Скай ЛТД»,  
Санкт-Петербург

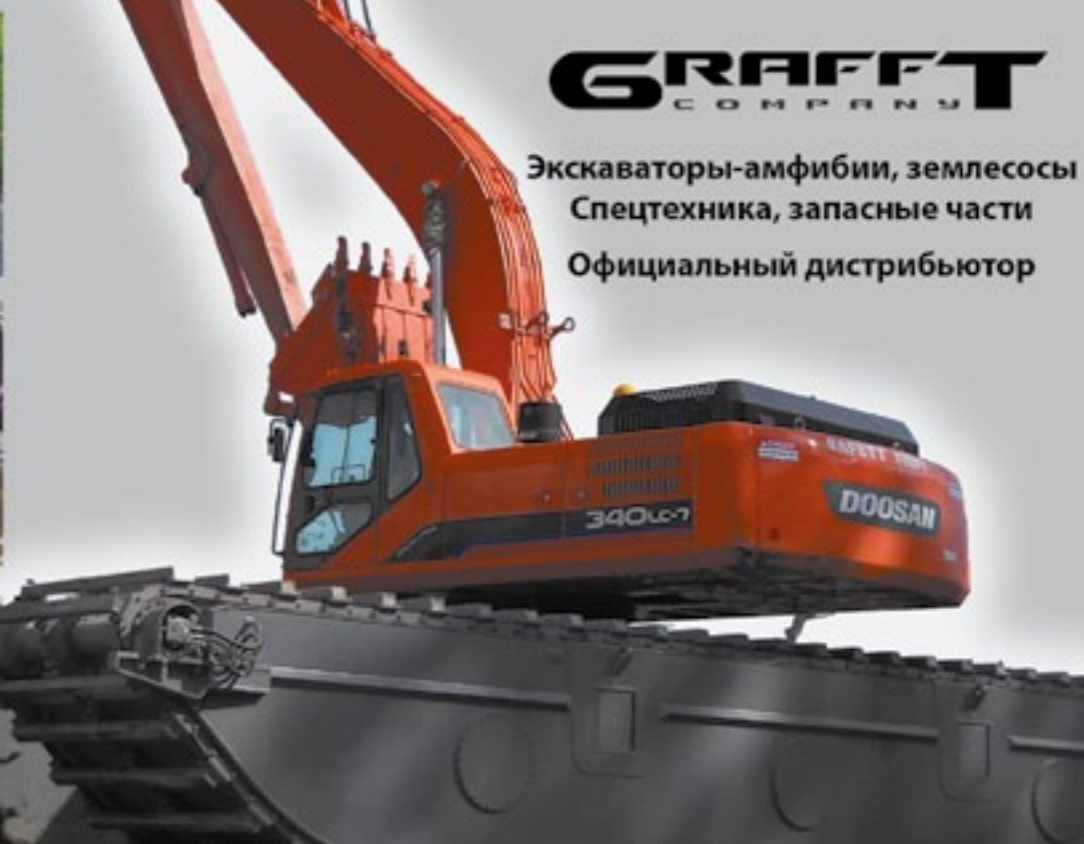
Распространяется целевой адресной рассылкой,  
на конференциях, выставках, семинарах отраслевой тематики

Уст. тираж 8 000 экз.  
Подписано в печать 03.10.2012 г.

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.  
Мнение редакции не всегда совпадает с мнением автора.

## Болотоход + землесос = земснаряд!

Преимущества амфибии очевидны.



**GRAFFT**  
COMPANY

Экскаваторы-амфибии, землесосы  
Спецтехника, запасные части  
Официальный дистрибьютор

Дистрибьютор по России и СНГ: ООО «ГраффТ»  
Телефон +7 (499) 130-31-83, e-mail: [info@graft.ru](mailto:info@graft.ru), сайт: [www.graft.ru](http://www.graft.ru)



КОМПЛЕКСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЧЁРНЫМ  
СОРТОВЫМ И ФАСОННЫМ МЕТАЛЛОПРОКАТОМ

**МЕТАЛЛОПРОКАТ, ШПУНТ** **Б**



**ПРОФИЛЬ  
ГРУППА ФИРМ**

**ЛУЧШИХ ШПУНТОВ  
И НЕ БЫЛО  
И НЕТ!**



**ДАЕШЬ  
ШПУНТЫ**

ТРУБОШПУНТ **Б**

БАЛОЧНЫЕ ШПУНТ **Б**

ШПУНТОВЫЕ КОННЕКТОР **Б**

КОМБИНИРОВАННЫЕ СТЕН **Б**

**КУПЛЮ САМА**

**И ДАМ ДРУЗЬЯМ СОВЕТ !**