

ВНИИГ

им. Б.Е. Веденеева

90

лет

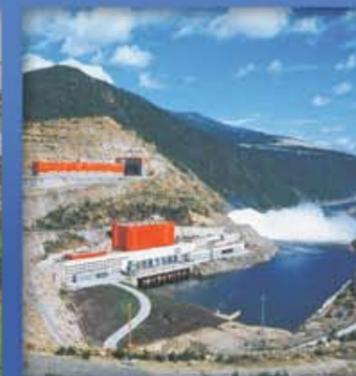
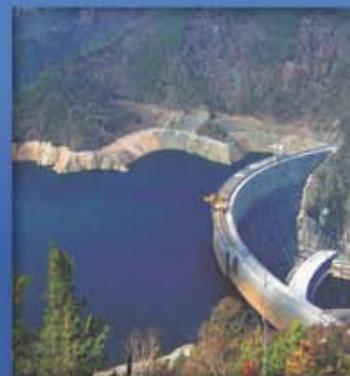
От призвания к признанию!

Короткая аббревиатура – ВНИИГ – давно стала и сегодня остается символом научных открытий, инноваций, надежности, профессионализма, лидерства в гидротехническом строительстве, гарантией качества.

К юбилею прославленного Института мы задумывали публикацию о первооткрытиях, сделанных Внииговцами в науке и практике за весь период существования Института. И с этой задачей не справились, потому что наивно полагали, что нескольких страниц журнала хватит для хотя бы краткой истории открытий и достижений, свершенных во ВНИИГе за 90 лет. Но оказалось, что это задача длительных серьезных исследований в разных областях научного знания и общение с огромным количеством людей, и результаты этой работы могут быть представлены только в солидном многотомнике.

По истории ВНИИГа можно проследить историю развития нашей страны и составить энциклопедию «золотых имен» энергетики, инженерии, строительства, прикладных наук – гидравлики, гидротехники, гидромеханики и множества других научных направлений. Какие бы природные и социальные катаклизмы ни вставали на пути трудной преградой, ВНИИГ на протяжении всей своей знаменательной истории был пионером, первопроходцем и остается первооткрывателем. За этой аббревиатурой – тысячи людей нескольких поколений длиной почти в век. Кто-то начинал свою профессиональную деятельность в дореволюционной России, чья-то жизнь полностью связана с СССР, а кто-то пришел во ВНИИГ уже в этом столетии. Но всех этих людей объединяет одно – призвание. Простое, но емкое слово, за которым стремление к высочайшему профессионализму, способность не стоять на месте, любовь к своей профессии, желание сделать жизнь и страну лучше. Это призвание помогало преодолевать все тяготы палаточного быта на огромных стройках гидроэлектростанций, бороться с природной стихией и предотвращать техногенные катастрофы, находить решение сложнейших задач и в научных лабораториях, и на объектах. Результатом этого призвания стали сотни электростанций, водохозяйственных объектов и гидротехнических сооружений, каждое из которых решает стратегические задачи страны и работает для конкретного человека и страны в целом.

В День рождения, ВНИИГ! С юбилеем, Внииговцы!



ГИДРОЭНЕРГЕТИКА СЕГОДНЯ



Алыпов А. В.,
ген. директор
ЗАО «Спецгидромонтаж»

Сегодня в ситуации с техническим состоянием гидроэлектростанций России наблюдаются два диаметрально противоположных направления: на каких-то объектах полным ходом устанавливается самое современное новое оборудование, нередко — от зарубежных производителей, на других же станциях в который раз ремонтируют оборудование, уже находящееся в эксплуатации не один десяток лет. У этих явлений одна первопричина: износ оборудования и проблемы в его эксплуатации, что влечет за собой спад производительности, который ощущают на себе потребители электроэнергии. И обе эти задачи призваны решать специалисты, занимающиеся монтажом, проектированием, реконструкцией и ремонтом оборудования, при этом решать качественно, обеспечивая надежную эксплуатацию объекта.

О переоборудовании ГЭС и гидротехнических сооружений мы беседуем с одним из ведущих специалистов в этой области, генеральным директором ЗАО «Спецгидромонтаж» Александром Васильевичем Алыповым, которому за свою более чем 40-летнюю профессиональную деятельность приходилось решать самые сложные задачи.

— Александр Васильевич, возможно ли гарантировать качество и тем более надежность при ремонте и реконструкции старого оборудования?

— Если берешься решать задачу, то гарантировать качество и надежность и отвечать за свои обязательства нужно всегда. По крайней мере, этот принцип в нашей компании непреложен. Другое дело, какими усилиями и средствами это достигается и в каких условиях мы оказываемся. Каждое гидротехническое сооружение имеет свои особенности, находится в определенных условиях эксплуатации, у его владельца складывается определенная финансовая ситуация. Но в любом случае интересы заказчика и интересы специалистов должны совпадать: важно, чтобы сооружение работало без проблем, имело максимальную производительность. Наше решение о мерах в отношении оборудования всегда строится на тщательной диагностике, наблюдении за его работой и на расчетах. В определенных ситуациях мы приходим к выводу о восстановлении оборудования, в каких-то — настаиваем на его замене на новое. В качестве примера, когда мы отказались от замены оборудования на новое, могу привести ремонт Шильской ГЭС на р. Великой, где до сих пор работает шведское оборудование довоенных времен. Заказчик обратился на один крупный завод с запросом о стоимости изготовления некоторых деталей системы регулирования гидроагрегата. Предложение уважаемого энергомашиностроительного предприятия, куда он сделал запрос, было настолько завышенным, что заказчик пребывал в недоумении. Мы предложили заказчику попробовать восстановить оборудование, хотя он поначалу не верил в успех этого дела. Но главным аргументом стали сделанные нами расчеты: расходы на реконструкцию ниже стоимости новых агрегатов на три порядка. Т.е. даже если бы нам не удалось решить поставленную задачу, финансовые риски для заказчика были очень незначительными. В итоге мы спроектиро-

вали и изготовили нужные детали, и оборудование прекрасно работает до сих пор.

Но это не значит, что экономическая составляющая ставится во главу угла. Наша компания, участвуя в тендере, никогда не торгуется, не ждет цен потенциальных конкурентов и не подстраивается под заказчика, а делает четкие обоснованные расчеты, от которых потом не отступает, поскольку расчеты напрямую связаны с обеспечением надежности. У нас в гидроэнергетике, особенно в малой, повсеместна ситуация, когда замена оборудования является единственным способом обеспечить эксплуатацию станции. На некоторых малых ГЭС работают гидроагрегаты, выпущенные в 20-х гг. прошлого столетия, самому «молодому» действующему агрегату — 40 лет, и при этом межремонтный период составляет 8–10 лет. Физическая усталость металла приводит к серьезным проблемам и последствиям. К примеру, на Верхнетуломской ГЭС в Мурманской области металл лопнул в узлах, несущих основную нагрузку. К счастью, мы вовремя



остановили работу станции и убедили собственника, что не стоит производить восстановление оборудования на месте, вывезли его на Кировский завод, провели все необходимые работы, в итоге станция работает в штатном режиме.

Переоборудование большинства малых ГЭС неизбежно — время пришло, и собственник, если он хочет и дальше извлекать стабильную прибыль из работы станции, будет вынужден вкладывать средства в техническое перевооружение.

— С новым оборудованием работать легче?

— Мы такой вопрос себе никогда не задавали, ведь задачу надо решать в любом случае, новое или старое оборудование. И еще потому, что монтаж на таких сложных объектах, как гидротехнические сооружения, уже объективно не может быть простым. Он требует хорошего знания оборудования, специальных умений и навыков, способности прогнозировать развитие ситуации, принимать единственно правильное решение. Даже незначительная ошибка монтажа может иметь самые печальные последствия. Наши специалисты монтируют гидроагрегаты, гидромеханическое оборудование, напорные водоводы, мы вели монтажные работы на Вазузской гидросистеме Москвы, работали на крупных насосных станциях канала Иртыш — Караганда, Санкт-Петербурга, в том числе осуществляли монтаж оборудования очистных сооружений Санкт-Петербурга и оборудования водопропускных сооружений КЗС. Это сложные объекты и задачи. При этом мы сами изготавливаем вспомогательное оборудование, разрабатываем монтажные приспособления и оснастку, чтобы вести основные работы, гарантируя надежность.

Что касается самого оборудования, то, конечно, его качество определяет многое в нашей работе. Я уже привел пример качественной работы оборудования довоенного производства. И противоположный совсем недавний пример, когда мы осуществляли монтаж оборудования для Фаснальской ГЭС



в Осетии. Здесь размещено четыре гидроагрегата мощностью 1,6 МВт. Поставщик поставил оборудование не просто низкого, а недопустимого качества, в том числе это касалось формы статора и ротора. Мы не смогли убедить заказчика в том, что такое оборудование работать не сможет, завод-изготовитель взял ответственность на себя. С этим оборудованием ГЭС проработала две недели: отвалился ковш у ковшового агрегата, пришла в негодность обмотка, раскрутились гайки, разорвались лопасти турбин. Этот же изготовитель поставляет оборудование для ГЭС в Ляскели, где мы ведем монтажные работы. Но если заказчик, что называется, понимает в энергетике и грамотно просчитывает свои риски, он будет приобретать оборудование у надежных поставщиков, даже если это несколько дороже.

— Александр Васильевич, компания «Спецгидромонтаж» широко востребована не только на Северо-Западе России. Ваши специалисты работали и продолжают работать на Шильской, Свирских, Волховской, Терiberских, Краснополянских и многих других ГЭС. А ведь компания довольно молодая, создана в 2002 г. Если посмотреть на свою компанию со стороны, вы бы чем объяснили ее успех?

— Можно пошутить, что у нас в России такой широкий фронт работ, что всем на свой век хватит. Если серьезно, то на первое место я, безусловно, поставлю профессионализм каждого нашего специалиста. Ведь ЗАО «Спецгидромонтаж» было создано не на пустом месте. Трест «Гидромонтаж», который за свою 75-летнюю историю приобрел репутацию высокопрофессионального коллектива-новатора, выступил с инициативой объединить из своих различных структурных подразделений лучших специалистов для ведения монтажа гидроагрегатов и гидромеханического оборудования. Изначально у нас не было ни одного случайного человека, и сегодня я могу поручиться, что это одни из лучших специалистов не только в России.





Вторым фактором успеха я назову способность работать командой, слаженность в нашей работе во многом определяет результат. Это не абстрактное понятие, здесь много составляющих — и ответственность каждого человека на своем участке работы, общее понимание ситуации, в которой мы работаем на конкретном объекте, и, конечно же, четкое планирование и управление работами.

Третьим фактором я бы назвал способность к совершенствованию, к новациям, к изобретениям в хорошем смысле этого слова. Даже хорошим профессионалам нельзя стоять на месте. Мы особое внимание уделяем внедрению в производство новой техники, передовых технологий, отслеживаем зарубежные и российские разработки, при этом наши инженеры, решая конкретную задачу, могут сделать настоящие открытия. В нашей работе действует прежде всего голова, а потом уже руки, без особого продумывания решения не обойтись.

Конечно, в какой-то мере на первых этапах нам помогала репутация треста «Гидромонтаж», но ведь мы несли за нее ответственность, подтверждая своей работой высокий профессиональный уровень. За годы работы мы не получили ни одного отрицательного отзыва, нас рекомендуют, нам доверяют стратегические объекты, но это никак не влияет на поднятую нами же планку. Кроме того, у нас очень надежные партнеры, в которых мы полностью уверены: ОАО «Трест Гидромонтаж», СПКБ «Ленгидросталь», ОАО «Трест «Спецгидроэнергомонтаж», ОАО «Силовые машины», ОАО «Метрострой» и многие другие.

— Мне вспомнилось, когда в прошлый номер вы готовили материал о завершении строительства Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений, то дирекция КЗС назвала вашу компанию в пятерке самых значимых участников этой многолетней стройки. А вы скромно умолчали об этом грандиозном сооружении...

— КЗС стал для нашей компании самым крупным гидротехническим объектом. Как вы помните, строительство было возобновлено после многолетнего перерыва, и было понятно, что многие конструкции пришли в плачевное состояние. Нам были поручены обследование и ремонт всех конструкций, а также монтаж некоторых из них. С 2006 г. мы начали работать на судопропускных сооружениях. На момент начала реконструкции состояние металла было очень плачевным, коррозия доходила до 30% от его толщины. Все надо было очистить, заново наплавить. Это при том что длина сварных швов на судопропускных сооружениях составила десятки км. Мы работали без выходных, в три смены, и справились с задачей. Конечно, собственно монтаж нового оборудования занял бы меньше времени и сил, но на КЗС не было другого выхода, т. к. сроки сдачи объекта исключали проектирование, изготовление и доставку новых конструкций.



А в 2008 г. нам поручили обследование и ремонт сварных швов сегментных затворов водопропускных сооружений В1 и В2 — также масштабные и сложные работы. Мы действительно гордимся и комплексом, и своей работой на КЗС.

— А какие объекты вы бы выделили как особо значимые в деятельности компании?

— Комплекс защитных сооружений с его уникальностью и объемами.

Для нас любой объект важен, поскольку это необычная задача. Но, конечно, хорошо помнится наш самый первый объект — это буровая платформа ОАО «Лукойл» для добычи нефти в Балтийском море. Сооружение с габаритами 30 x 35 x 42 м. Оно не дает утечек нефти, и за это признано самым экологически чистым нефтедобывающим объектом Балтийского региона. Подобное признание со стороны международных экологических организаций дорогого стоит. Все знают, насколько они строги и требовательны к промышленным предприятиям.

Конечно, значимой для нас стала Волховская ГЭС, именно там реконструировали гидроагрегат 1923 г., в итоге его мощность увеличилась с 8 МВт до 12 МВт, повысился КПД с 89% до 93%. Оборудование на четырех из восьми агрегатов уже заменено. А остальные четыре существуют почти в том виде, в котором их проектировал и монтировал сам Графтио.

Железнодорожная паромная переправа в г. Балтийске, Калининградской области.

— Что сегодня в работе и в планах ЗАО «Спецгидромонтаж»?

Продолжаем работу на ГЭС в Ляскеле, надеемся участвовать в ремонте четвертого и восьмого агрегатов на Волховской ГЭС, выиграли тендер на ремонт ГЭС Хямекоски в Карелии. А планы во многом определяются не только тем, какого уровня оборудование на наших объектах, а отношением в государстве к понятиям «профессионализм, надежность, качество». Если эти принципы буду ставить во главу угла собственники и управляющие структуры, то планы наши будут постоянно расти.

Материал подготовлен Ильиной Т. В.



ЗАО «СПЕЦГИДРОМОНТАЖ»
Тел./факс (812) 380-1769

E-mail: sgmspb@mail.ru, pro.sgm@mail.ru

Практические решения
проблем энергетической
отрасли

HydroVision
RUSSIA

ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ
5–7 марта 2012
Экспоцентр, Москва, Россия

ПОСЕТИТЕ ВЕДУЩЕЕ В РОССИИ МЕЖДУНАРОДНОЕ
МЕРОПРИЯТИЕ ПО ГИДРОЭНЕРГЕТИКЕ

HydroVision Russia снова возвращается в Москву в марте 2012 со специализированной выставкой и конференцией, которые соберут вместе профессионалов российской и международной гидроэнергетической отрасли. HydroVision Russia даёт возможность экспонентам, делегатам и посетителям делиться идеями, понимать трудности и вырабатывать практические решения проблем, с которыми сталкивается отрасль в данный момент, а также на будущее.

Мероприятие 2011 года прошло при поддержке Министерства энергетики РФ и ОАО «РусГидро». Проводимые совместно мероприятия Russia Power и HydroVision Russia привлекли 5876 посетителей высокого уровня, включая представителей российских и международных государственных энергетических департаментов, ОГК и ТГК, производителей оборудования, EPC компаний и консультантов отрасли. HydroVision Russia — это идеальная возможность встретиться и поделиться знаниями с вашими коллегами из международной гидроэнергетической отрасли. Чтобы узнать больше о HydroVision Russia, приглашаем вас посетить наш официальный веб-сайт www.hydrovision-russia.com

ВЫСТАВКА И СПОНСОРСТВО

Наталья Гайсенко
Т: +7 499 271 93 39
Ф: +7 499 271 93 39
nataliag@pennwell.com

Остальные страны
Аманда Кеван
Менеджер по продажам
Т: +44 (0) 1992 656645
Ф: +44 (0) 1992 656700
amandak@pennwell.com



www.hydrovision-russia.com

Собственник и устроитель:

PennWell

Совместно с:

Russia Power

Представлено:

HRV

PEI

RENEWABLE ENERGY WORLD EUROPE

cospp

PennEnergy

КОМПРЕССОРЫ J. P. SAUER&SOHN НА РОССИЙСКИХ ГЭС

Мещанов С. Л.,
бренд-менеджер (ООО «ДАЛВА КОНСАЛТИНГ»)

Гидроэнергетика РФ активно развивается и модернизируется. Быстрыми темпами ведется строительство новых (Кашхатау, Богучанская, Егорлыкская ГЭС), реконструкция действующих (Братская, Саратовская ГЭС), восстановление разрушенных (Саяно-Шушенская, Баксанская ГЭС) гидроэлектростанций (табл. 1).

Воздушные поршневые компрессоры немецкой фирмы J.P.Sauer & Sohn Maschinenbau GmbH более 30 лет используются в пневмосистемах ГЭС по всему миру. Начиная с 2008 г., компрессоры Sauer применяются на объектах гидроэнергетики в России (табл. 2).

Сжатый воздух давлением 40–80 бар решает на ГЭС следующие задачи:

- обеспечение ресиверов маслonaпорных установок (МНУ) гидроагрегатов:
 - активация и торможение рабочего колеса гидротурбины;
 - регулирование положения лопастей рабочего колеса (гидротурбины «Каплан»);
 - регулирование положения пластин направляющего аппарата (гидротурбины «Каплан», «Френсис»);
- вытеснение воды из рабочего колеса гидротурбины;
- предотвращение пульсации и кавитации водяного потока;
- пуск аварийных дизель-генераторов.

Табл. 1. Характеристики ГЭС

ГЭС	Река	Тип турбин	Кол-во турбин	Расчетный напор, м	Среднегодовая выработка, млн кВт ч
Саяно-Шушенская	Енисей	«Френсис»	10	194	23500
Братская	Ангара	«Френсис»	18	106	22600
Кашхатау	Черек	«Френсис»	3	94	241
Баксанская	Баксан	«Френсис»	3	91	108
Егорлыкская-2	Егорлык	«Френсис»	4	17	55
Саратовская	Волга	«Каплан»	24	10	5700

«Френсис» — радиально-осевые турбины; «Каплан» — поворотно-лопастные турбины

Табл. 2. Компрессоры Sauer на российских ГЭС

ГЭС	Год	Компрессоры SAUER				
		Модель	Кол-во	Давление, бар	Общая производительность, м³/ч	Охлаждение
Саяно-Шушенская	2011	WP3100	3	70	516	Вода
Братская	2011	WP311L	8	40	2144	Воздух
Кашхатау	2008	WP126L	2	63	220	Воздух
Баксанская	2011	WP66L	2	80	136	Воздух
Егорлыкская-2	2010	WP126L	2	70	142	Воздух
Саратовская	2011	WP126L	2	65	228	Воздух

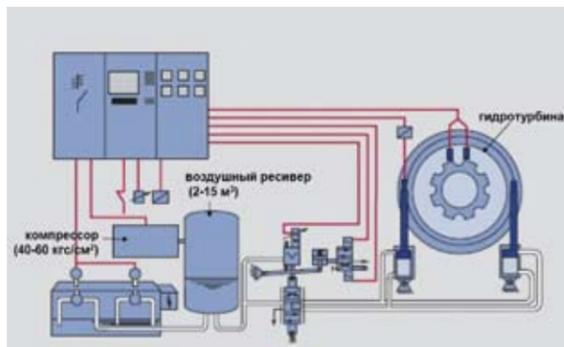


Рис. 1. Система регулирования гидротурбины

Для корректировки мощности, выдаваемой генераторами ГЭС, положение лопастей рабочего колеса («Каплан»), направляющего аппарата («Каплан», «Френсис») гидротурбин необходимо регулировать. Маслонапорная установка (МНУ) предназначена для питания маслом под давлением гидравлической части системы регулирования (рис. 1). Силовой цилиндр МНУ расположен в «масловоздушном ресивере», который на одну треть заполнен гидравлическим маслом, на две трети — сжатым воздухом. Давление рабочей среды «масло — воздух» в ресивере варьирует в пределах 40–63 бар.

Поскольку в ресивере нет разделительного элемента между воздухом и маслом, часть сжатого воздуха растворена в масле. Поэтому всякий раз при включении МНУ из ресивера в гидравлическую часть системы вместе с маслом проникает растворенный воздух. Интегрированный в систему воздушный компрессор высокого давления автоматически подкачивает в ресивер сжатый воздух, компенсируя его потерю при работе МНУ.

В зависимости от конструкции системы регулирования гидротурбины, требований и условий, выработка и подача сжатого воздуха в ресиверы МНУ реализуется на ГЭС компрессорами Sauer серий PASSAT или TYPHOON (рис. 2).

Компрессоры Sauer — это поршневые маслonaполненные компрессоры с рабочим давлением 10–80 бар, производительностью 50–340 м³/ч. Компрессоры оснащены электромоторами с прямым приводом и классом защиты IP55. Эффективное охлаждение дает возможность использовать компрессоры Sauer в непрерывном режиме. Работу компрессоров Sauer отслеживает программируемая электронная система контроля и управления ЕСС, которая контролирует давление масла, температуру и конечное рабочее давление сжатого воздуха. Несколько компрессоров Sauer могут работать в единой пневмосистеме под контролем и управлением общей электронной панели МЕСС.



а)



б)

Рис. 2. Компрессоры Sauer

а) серия PASSAT (воздушное охлаждение); б) серия TYPHOON (водяное охлаждение)

МНУ с рабочим давлением 40 бар

При данной конфигурации оптимальным решением является применение компактных трехступенчатых компрессоров Sauer среднего давления (до 40 бар) серии PASSAT с производительностью по свободному воздуху от 100 до 300 м³/ч и воздушным охлаждением. Компрессоры за несколько минут заполняют ресиверы сжатым воздухом. Такая схема реализована на Братской ГЭС.

МНУ с рабочим давлением 63 бар

Сжатый воздух подается во все масловоздушные ресиверы ГЭС из централизованной пневмосистемы, которая включает в себя один или два высокобарных компрессора Sauer. При данной конфигурации оптимальным решением является применение трехступенчатых компрессоров Sauer серии PASSAT с воздушным (модели WP66L, WP126L, WP206L) или серии TYPHOON с водяным проточным охлаждением (модель WP3100). Высокобарные компрессоры Sauer позволяют в короткие сроки заполнить ресиверы сжатым воздухом до рабочего давления 63 бар.

В Россию компрессоры Sauer поставляет компания ООО «ДАЛВА КОНСАЛТИНГ» — авторизованный дилер J.P.Sauer & Sohn. Офисы ООО «ДАЛВА КОНСАЛТИНГ» расположены в Москве, Санкт-Петербурге, Казани, Челябинске, Красноярске, Ростове-на-Дону, Екатеринбурге.



Dependable Compressors!



Используйте мощь Воздуха!

Компрессоры Sauer для промышленности и энергетики. Потому что качество — главный приоритет во всем мире.

Поршневые компрессоры из Германии с уникальным опытом применения в самых сложных условиях и традициями высочайшего качества.

Производительность. Надежность. Компактность.

- Давление 15–500 бар
- Производительность 110–1800 м³/ч
- Воздух, Азот
- Гелий, Аргон
- Метан

Компрессоры Sauer для промышленности. Первичный этап — индивидуальный подход. Сервис.



Head Office
J.P. Sauer & Sohn
Maschinenbau GmbH
www.sauer-sohn.de



Официальный дистрибьютер в РФ
ООО «ДАЛВА КОНСАЛТИНГ»
www.dalva.ru
Тел. +7(495) 223-71-07

ДВА ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИИ СОПРЯЖЕНИЯ ПЛАВУЧИХ МАССИВОВ-ГИГАНТОВ С НЕПОДГОТОВЛЕННЫМ ДНОМ АКВАТОРИИ И КОМПЛЕКС МЕР ПО ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ОТСЕКАЮЩЕЙ ПЛОТИНЫ СЕВЕРНОЙ ПЭС



Баранов А. В.,
инженер НТЦ приливной энергетики,
ОАО «НИИЭС»

Актуальность проблемы

Интенсивный рост энергопотребления современной экономикой, сопровождающийся постоянным удорожанием ископаемого топлива, а также трагические события, связанные с очевидной невозможностью обеспечить достаточно безопасную эксплуатацию атомных и гидроэлектростанций, вновь вызвали повышение интереса к проблеме использования безопасных экологически чистых возобновляемых источников энергии и, в частности, к приливным электростанциям (ПЭС).

Отличительной чертой ПЭС является прерывистое в течение суток и пульсирующее в месячном периоде производство электрической энергии. По этой причине для достижения экономической эффективности ПЭС требуется ее работа в составе крупной энергетической системы. С этих позиций обоснование ПЭС было предложено Л. Б. Бернштейном [1]. Сегодня открыт еще один вариант обоснования ПЭС, заключающийся в ее работе на потребителя-регулятора, производящего водородное топливо [2]. В связи с этими фактами главной проблемой современности на пути освоения приливной энергии становится высокий уровень капиталовложений в гидросиловое оборудование и строительство отсекающей бассейнов от моря плотины ПЭС. Первая из этих двух задач в известной степени получила свое решение с появлением нового ортогонального трехъярусного гидроагрегата, спроектированного в ОАО «ПО «Севмаш» и основанного на использовании новой высокотехнологичной и эффективной ортогональной турбины, разработанной в ОАО «НИИЭС» [3]. Вторая задача, связанная с высокой стоимостью строительства гидросооружений, особенно в районах с суровыми климатическими условиями и неразвитой инфраструктурой, до настоящего момента не имеет комплексного решения. Наряду со значительными достижениями в области разработки специальных строительных материалов повышенной морозостойкости и прочности, защиты конструкций от биологической и химической коррозии, совершенствования технологии бетонирования и другими успехами, остается открытым принципиальный вопрос строительства морских гидросооружений наплавным способом, состоящим главным образом в отсутствии универсальной, технически и экономически обоснованной технологии сопряжения плавучих массивов-гигантов с дном акватории [4].

В настоящее время в ОАО «НИИЭС» идет проектирование опытно-промышленной Северной ПЭС в губе Долгой Баренцева моря. Главной целью этого проекта является отработка технических и технологических решений для последующей их реализа-

В статье представлены два варианта технологии сопряжения плавучих массивов-гигантов с неподготовленным дном акватории, даны рекомендации по снижению сметной стоимости отсекающей плотины Северной ПЭС и по повышению технологичности ее элементов, предложен вариант поэтапного возведения промышленной приливно-волновой электростанции, учитывающий наиболее вероятные условия финансирования ее строительства.

ции при строительстве гигантских ПЭС в Мезенском, Тугурском и, возможно, Пенжинском заливах, а также за рубежом. Планируется на реально действующем объекте показать работоспособность и эффективность ПЭС, оснащенной гидросиловым оборудованием нового поколения, и таким образом привлечь инвестиции для финансирования строительства промышленных ПЭС. Важный вклад в технико-экономическое обоснование проекта имеет максимально возможное снижение стоимости строительства отсекающей плотины, которая отличается уникальными характеристиками по сравнению с известными аналогами. Так, например, значительная часть створа плотины ПЭС расположена на глубинах 25–30 м от НТУ, а рельеф береговых примыканий створа характеризуется значительными перепадами глубин. В связи с этими обстоятельствами, а также с резко неблагоприятными природно-климатическими условиями района строительства, было принято единственно рациональное решение о возведении плотины наплавным способом, позволяющим максимально перенести работы из створа в условия развитой промышленной базы. Ранее эффективность наплавного способа по сравнению с традиционным (за перемычками) была наглядно показана снижением сметной стоимости экспериментальной Кислогубской ПЭС на 30%.

В таких условиях классическое решение по сопряжению плавучих массивов-гигантов с дном акватории, предполагающее отсыпку и ровнение подводной постели, оказывается неприемлемым по экономическим соображениям. Другие известные варианты решения этой задачи [1, 5–7] также не выдерживают критики.

Таким образом, на центральное место выходит вопрос о выработке принципиально нового подхода к обозначенной проблеме.

Первый вариант технологии сопряжения плавучих массивов-гигантов с неподготовленным дном акватории

В сложившихся непростых условиях ведущими специалистами ОАО «НИИЭС» предложен революционный вариант технологии сопряжения плавучих массивов-гигантов (наплавных блоков плотины) с неподготовленным дном акватории, основанный на передовых достижениях инженерно-гидрографической техники [8]. Суть решения состоит в том, что производят батиметрическую съемку дна акватории

в створе, а затем в сухом доке до начала строительства наплавных блоков плотины под каждым из них воспроизводят поверхность дна, повторяющую ту, на которую впоследствии эти блоки будут установлены в створе плотины ПЭС. Таким образом, появляется возможность изготовления в сухом доке наплавных блоков, днищевые плиты которых имеют геометрическую форму, позволяющую выполнить их непосредственную стыковку с неподготовленным дном акватории и, как следствие, значительно понизить стоимость возведения отсекающей плотины ПЭС. Один из наплавных блоков, изготовленных по такой технологии, представлен на рис. 1.

Очевидно увеличение трудоемкости работ в доке, вызванное необходимостью устройства сложной опалубочной системы для воспроизведения топографической поверхности. По замыслу авторов идеи, такую систему предполагается создать из грунтовых материалов, а трудоемкость работ понизить за счет отказа от высокоточного моделирования поверхности морского дна, ограничившись лишь аппроксимацией макрорельефа, что в свою очередь было обосновано, насколько известно автору настоящей статьи, достаточной податливостью естественного основания, допускающей обмятие небольших неровностей рельефа дна.

Для обеспечения устойчивости и осадки, необходимой для вывода построенных блоков из дока и транспортировки их к месту затопления в створе, используют стальные понтоны и грунтовый балласт.

Несмотря на прогресс, достигнутый в уровне мышления, обеспеченный прежде всего новой формулой постановки задачи «не готовить подводное основание», следует отметить, что такое решение является нетривиальным с точки зрения расчетного обоснования прочности, устойчивости и надежности конструкций отсекающей плотины ПЭС и нуждается в дополнительном исследовании. Аспекты, которые должны быть подвергнуты критике в первую очередь, очевидны. Результаты, опубликованные в [8], не претендуют на практическую значимость, что связано с отсутствием должного внимания к граничным условиям задачи определения НДС железобетонных конструкций. За рамками этой работы остался вопрос о начальной поверхности контакта сооружения с неподготовленным основанием и о ее эволюции в процессе балластирования блоков. Такой анализ необходим и должен учитывать возможные отклонения геометрической формы дна акватории и днищевых плит блоков от теоретических за счет технологических погрешностей при батиметрической съемке и при изготовлении конструкций, а также за счет трансформации морского дна. Современное состояние основных вопросов оценки совместной работы систе-

мы «сооружение — основание» для объектов шельфового строительства гравитационного типа может быть найдено, например, в [9].

Второй вариант технологии сопряжения плавучих массивов-гигантов с неподготовленным дном акватории

Неудовлетворенность автора статьи результатами, достигнутыми первой попыткой отказа от подготовки подводного основания, в сочетании с новыми идеями, возникшими в том числе под влиянием прогрессивной постановки вопроса («не готовить подводное основание») и с учетом современных сведений об особенностях работы грунтовых материалов под нагрузкой, а также об условиях производства работ на море, привела к появлению альтернативного варианта технологии сопряжения плавучих массивов-гигантов с неподготовленным дном акватории. Принцип, положенный в основу решения, основан на отсыпке грунтового основания вертикально сверху вниз непосредственно сквозь железобетонный плавучий массив-гигант, через уширяющиеся к низу шахты, напоминающие собой воронки, перевернутые узким горлом кверху (фундамент-оболочка). Базовая модель плавучего массива-гиганта, реализующая этот подход, представлена на рис. 2, а. Сопряжение такого массива-гиганта с неподготовленным дном акватории может быть произведено путем фиксации его проектного положения с помощью временных монтажных опор (или свай) с последующим заполнением внутренней полости фундамента-оболочки, и в том числе, разумеется, пространства между его внутренней поверхностью и поверхностью дна акватории, несвязным грунтовым материалом, выполняющим впоследствии функцию искусственного отсыпанного грунтового основания. Такой подход позволяет «не готовить подводное основание» при одновременном обеспечении высокого качества контакта сооружения с дном акватории, произвести работы по отсыпке основания с верхнего незатопленного горизонта плавучего массива-гиганта, а также полностью отказаться от использования специализированных плавсредств в пользу автотранспорта при строительстве пионерным способом, и таким образом минимизировать зависимость календарного графика производства работ от погодных условий. С другой стороны, повышается технологичность изготовления плавучих массивов-гигантов в сухом доке, прежде всего благодаря геометрической простоте конструкций. Тем не менее нерешенной остается проблема сокращения сроков критических работ в створе из условия неперевышения «окон погоды». Весьма привлекательным вариантом устранения такого

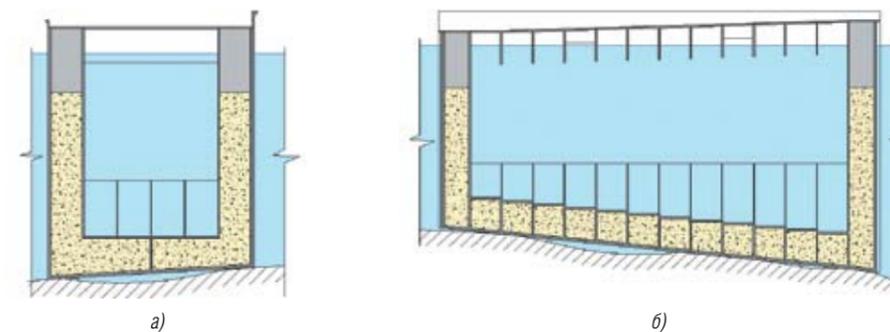


Рис. 1. Наплавной блок глухой плотины Северной ПЭС (первый вариант технологии сопряжения плавучего массива-гиганта с неподготовленным дном акватории):
а) поперечный разрез; б) продольный разрез.

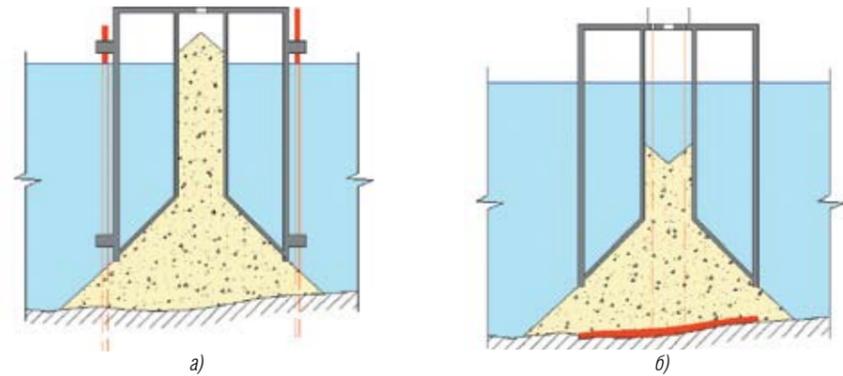


Рис. 2. Плавающий массив-гигант с ушряющимся к низу фундаментом-оболочкой (установленный на неподготовленное дно акватории согласно второму варианту технологии):
а) базовая модель; б) с управляемым фундаментом-оболочкой.

недостатка представляется транспортировка сыпучего грунтового материала совместно с плавающим массивом-гигантом, а именно непосредственно внутри полостей фундамента-оболочки, оснащенной с этой целью своего рода «крышками» или «затворами», перекрывающими широкие выпускные отверстия фундамента-оболочки преимущественно в самой их нижней части и передающими усилия от своего веса и веса резерва грунта на корпус массива через связи, для которых в самом общем случае обеспечивается контролируемое и управляемое изменение длин и, соответственно, усилий. При необходимости предусматривают средства виброразжижения грунта с целью улучшения его истечения из фундамента-оболочки. Для большей ясности поясним возможную технологическую схему производства работ на примере изготовления и установки в створе блоков отсекающей плотины Северной ПЭС.

Комплекс мер по оптимизации проектных решений отсекающей плотины Северной ПЭС

Вначале обратим внимание читателя на высокую актуальность развития второго варианта технологии и доведения его до натурной реализации, что вызвано, по мнению автора

настоящей статьи, отсутствием на сегодняшний день какой бы то ни было универсальной и обоснованной альтернативы. В подтверждение этому тезису служит тот факт, что на заключительном этапе проектирования Северной ПЭС было принято решение не применять первый вариант технологии сопряжения плавучих массивов-гигантов с неподготовленным дном акватории к ответственным элементам сооружения. В частности, блок здания ПЭС был запроектирован с плоским днищем, требующим возврата к традиционным способам производства работ [10]. Между тем, именно на долю агрегатных блоков, например, для Мезенской ПЭС, будет приходится не менее 25–35% площади подводного основания [1], а трудоемкость работ определится с учетом технологических требований к точности установки блоков, их устойчивости и прочности. По этим причинам, а также имея в виду исключительную важность успешной реализации проекта Северной ПЭС для дальнейшего будущего приливной энергетики вообще, сегодня следует серьезно, но критически рассматривать любые доступные варианты оптимизации проектных решений, ведущие к снижению сметной стоимости строительства. Второй вариант технологии имеет ряд преимуществ по сравнению со многими известными решениями, в том числе и с позиции прочностной работы основания и конструкций, что

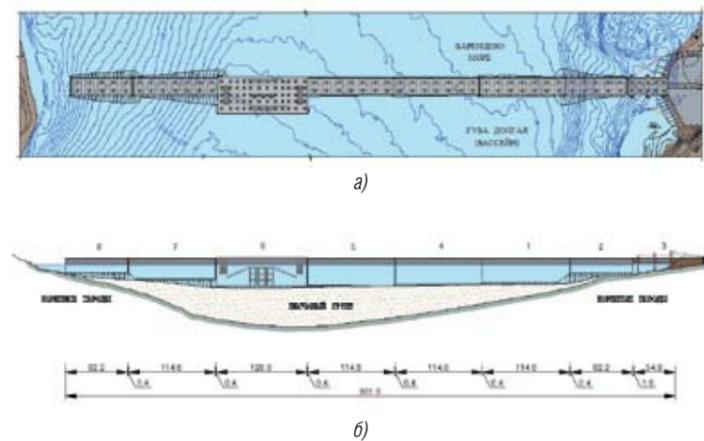


Рис. 3. Общий вид отсекающей плотины Северной ПЭС (строительный период):
а) план; б) вид со стороны бассейна и схема инженерно-геологических условий.

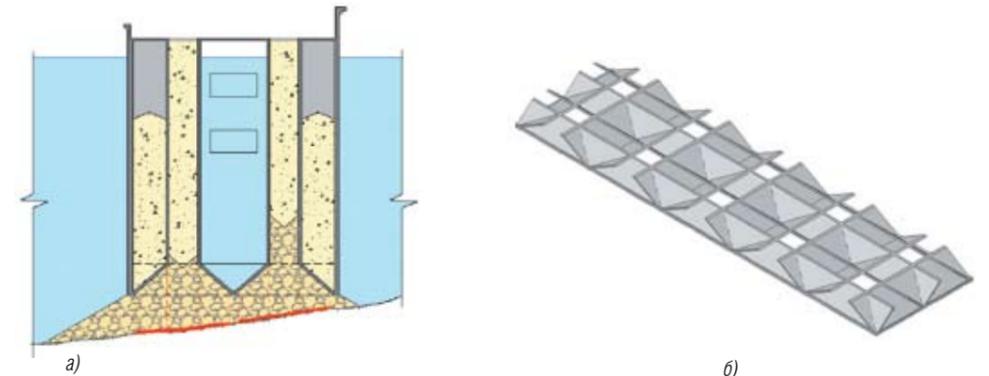


Рис. 4. Типовой блок глухой плотины (конструкция, соответствующая второму варианту технологии сопряжения плавучего массива-гиганта с неподготовленным дном акватории):
а) поперечный разрез; б) фундамент-оболочка (днище блока).

ведет к возникновению целой цепочки положительных эффектов. Перейдем к рассмотрению некоторых из них.

Общий вид отсекающей плотины Северной ПЭС представлен на рис. 3. Плотина состоит из восьми наплавных блоков, пронумерованных в порядке их установки в створе. Конструкции типового (№№ 1, 2, 4, 5, 7, 8) и пионерного (№ 3) блоков глухой плотины, представлены на рис. 4 и 5 соответственно, а поперечный (вдоль потока) разрез блока здания ПЭС (№ 6) по бычку — на рис. 6.

Типовой блок глухой плотины имеет достаточно простую конструкцию и состоит из непрерывных плоских пластин на всю его длину и ширину, а фундамент представляет собой пространственную систему складчатого типа (рис. 4, б), обладающую значительной жесткостью. Все это позволяет существенно повысить технологичность таких конструкций, и в том числе повысить эффективность предварительного напряжения бетона канатами [11].

В связи с высокой стоимостью стальных понтонов (17 000 т) следует отказаться от их использования, а для повышения степени готовности блоков на выходе из дока, определяемой их осадкой при обеспеченной остойчивости, рационально объединять два блока в единую систему, представляющую собой многокорпусное судно (катамаран), воду,

заполняющую внутренние полости фундамента-оболочки, вытеснять сжатым воздухом, а загрузку резерва грунта производить на достроечном причале.

Установку в створе следует начинать с того блока, который максимально приближен к берегу, но имеет под собой достаточно ровное естественное основание, характеризующееся сравнительно небольшими перепадами глубин. В этом случае первый блок позиционируют над местом его установки в створе и производят его затопление, в результате которого блок вступает в контакт с поверхностью морского дна, получая соответствующий крен и дифферент. Затем, управляя плавучестью блока и регулируя длины связей, удерживающих «затворы», перекрывающие выпускные отверстия управляемого фундамента-оболочки, вмещающего резерв сыпучего грунта, достигают проектного положения первого блока. Второй блок со стороны больших глубин акватории швартуют к первому, уже установленному и забалластированному водой, после чего производят его балластировку, достаточную для фиксации нижней грани наружной торцевой стенки второго блока на монтажной консоли, предусмотренной в конструкции первого блока, а со стороны меньших глубин — для надежного опирания на естественное основание, достигаемого за счет приспособления управляемого

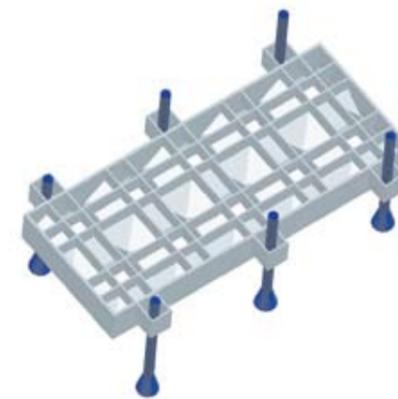


Рис. 5. Пионерный блок глухой плотины Северной ПЭС (изображен без верхней палубы)

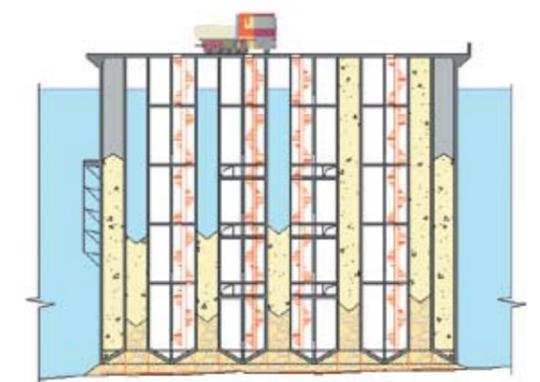


Рис. 6. Наплавной блок здания ПЭС

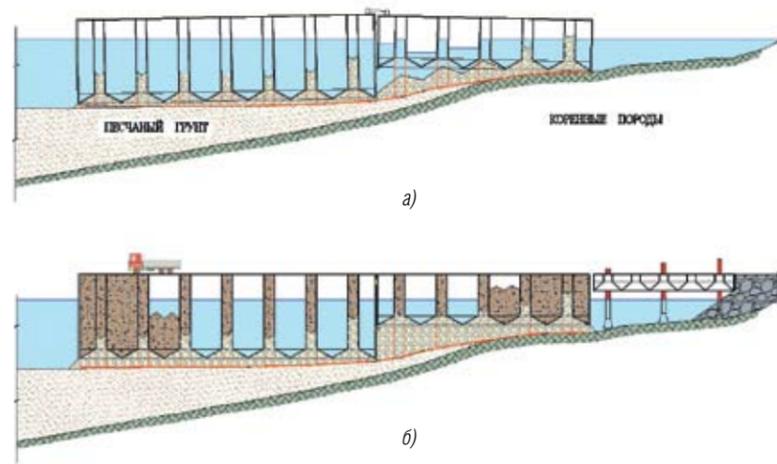


Рис. 7. Сопряжение наплавных блоков с дном акватории в местах с большими перепадами глубин:
а) установка на неподготовленное дно; б) досыпка основания, выверка проектного положения и балластировка блоков.

фундамента-оболочки к неровностям рельефа. Для связи с берегом устанавливают пионерный (№ 3) блок, внешне похожий на строительный подъемный островок, но отличающийся наличием сквозного фундамента-оболочки. Благодаря этому посредством автотранспорта производят досыпку грунта основания и балластировку грунтом первых двух (или трех) блоков, что позволяет произвести окончательную выверку их проектного положения и обеспечить расчетную устойчивость (рис. 7).

Блоки №№ 4–6 устанавливаются аналогично первому, а блоки №№ 7–8 аналогично второму. Вариации и нюансы технологии здесь не приводятся.

Наличие «затворов» и управляемых связей в конструкции управляемого фундамента-оболочки обеспечивает работу отсыпанного из него грунта в качестве балласта массива-гиганта, а также управление НДС искусственного грунтового основания. Требования, предъявляемые к материалам этих элементов, состоят в повышенной коррозионной стойкости, прочности и гибкости. Важно, что современная промышленность готова обеспечить выполнение такого заказа. Именно от конкретного исполнения конструкции «затворов» в значительной степени будет зависеть качество контакта сооружения с естественным основанием. В самом оптимальном варианте условия контакта будут характеризоваться в том числе заменой в формуле (15) [12] коэффициента трения бетона по грунту на существенно больший тангенс угла внутреннего

трения грунта естественного основания. За счет этого, и имея в виду, что наращивание прочности контакта сооружения с основанием, необходимое для противодействия низковероятным нагрузкам, достижимо устройством свай, оказывается допустимым уменьшить ширину блоков глухой плотины до такого значения, при котором ширина «катамарана» из двух блоков не превзойдет ширины батопорта дока.

К интересным результатам могут привести исследования процессов развития размывов основания массивов-гигантов, установленных на неподготовленное дно согласно второму варианту технологии.

По ориентировочным подсчетам, при соблюдении предложенных рекомендаций, а также при творческом и заинтересованном подходе к проектированию второй вариант технологии возведения глухой плотины Северной ПЭС может обойтись не менее чем в 1,5–2 раза дешевле по сравнению с первым, особенно при учете роста стоимости последнего после его адаптации к требованиям норм [12, 13]. Кроме того, реализация решений, приведенных в настоящей работе, обеспечивает существенное повышение технологичности и надежности отсекающей плотины Северной ПЭС, а также позволяет российским и зарубежным строительным предприятиям вести конкурентную борьбу практически без учета ограничений, накладываемых характеристиками доков, что представляет собой дополнительный источник снижения сметной стоимости строительства.

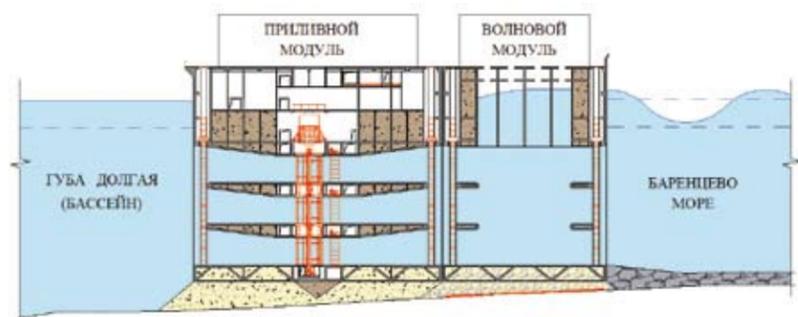


Рис. 8. Модульное здание приливо-волновой электростанции (сопряжение с основанием по второму варианту технологии: волновой модуль — по рис. 2, б, приливной модуль — по рис. 2, а)

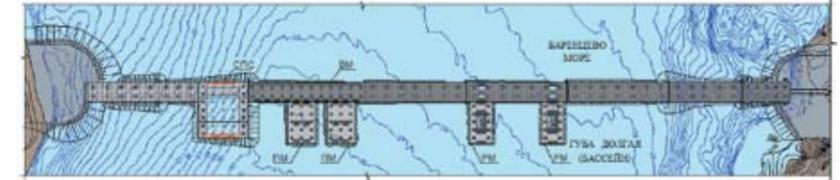


Рис. 9. Северная ПЭС (приливо-волновая электростанция):

ВМ — волновой модуль, ПМ — приливной модуль, РМ — рыбопропускной модуль, СПС — судопропускное сооружение.

В завершение настоящей статьи более чем целесообразно рассмотреть еще один принципиально важный момент. Принятая в проекте стратегия строительства Северной ПЭС, вообще говоря, не соответствует наиболее вероятным условиям финансирования промышленных ПЭС. Основу такого несоответствия составляют высокая стоимость насыщенных технологическим оборудованием блока здания ПЭС (в 5–6 раз дороже блока глухой плотины эквивалентной площади фасада с днищевой плитой, вписанной в макрорельеф дна) и необходимость перекрытия створа для начала эффективной работы первых гидроагрегатов. Совокупность этих фактов ведет к необоснованному увеличению минимального размера первоначальных инвестиций. Выход из этой ситуации и достигается пересмотром компоновки сооружения, а именно заменой здания ПЭС на модульное здание приливо-волновой электростанции (рис. 8).

Таким образом, точно следуя целям проекта, сегодня даже при наличии достаточного количества средств не следует строить весь объект сразу. Вместо этого предпочтительно разделить строительство на два этапа, на первом из которых соорудить волновую электростанцию и только после частичного возврата вложенных средств приступить к установке судопропускного сооружения, рыбопропускных и приливных модулей и, соответственно, к перекрытию створа. Для Северной ПЭС на современном этапе можно рекомендовать отказ от блоков № 7 и 8 и замену блока № 6 (рис. 3) на волновой модуль модульного здания приливо-волновой электростанции (рис. 8). Значение такого варианта компоновки (рис. 9) определяется также необходимостью иметь испытательную базу для перспективного гидросилового оборудования, которое не сможет быть испытано непосредственно на промышленных приливо-волновых электростанциях в течение, вероятно, десятилетий с момента начала их строительства. Целесообразность наличия возможности поэтапного ввода мощностей отмечена также и в [14].

Выводы

1. Необходим пересмотр технологии сопряжения наплавных блоков плотины Северной ПЭС с неподготовленным дном акватории. Решение, принятое сегодня в проекте, не обеспечивает высоких экономических и технологических показателей, а также до сих пор не имеет удовлетворительного технического обоснования.

2. Необходим пересмотр компоновки сооружений Северной ПЭС. Очевидно, что перекрытие створа дорогостоящими блоками зданий ПЭС не сможет быть реализовано для промышленных ПЭС, т.к. это приведет к завышению стоимости отсекающей плотины не менее чем в 2–2,5 раза, но не обеспечит соответствующего увеличения выработки электро-

энергии в связи с тем, что потребуются значительное время на производство оборудования и собственно самих блоков зданий ПЭС.

Литература

1. Бернштейн Л. Б., Силаков В. Н., Гельфер С. Л. и др. / под ред. доктора техн. наук Л. Б. Бернштейна. Приливные электростанции. М.: Энергоатомиздат, 1987. 296 с.
2. Усачев И. Н., Шполянский Ю. Б., Историк Б. Л., Кузнецов В. П., Фатеев В. Н., Князев В. А. Приливные электростанции (ПЭС) — источник энергии, запаасаемой в водороде // Малая энергетика. №1–2. М.: НИИЭС, 2008.
3. Желетов В. А., Сивков А. А., Ларионов В. В., Семенов С. И., Козич А. И. Проектирование трехъярусных ортогональных гидроагрегатов для энергоблоков Северной ПЭС // Гидротехническое строительство. 2010. № 5.
4. Лапин Г. Г. Правда и мифы о приливных электростанциях // Гидротехническое строительство. 2009. № 9.
5. Лисогор С. М. Методы строительства отдельных сложных инженерных сооружений. Опыт зарубежного строительства. Выпуск 9. М.: Госстройиздат, 1963. 132 с.
6. Бернштейн Л. Б., Фишман Ю. А. Наплавной метод строительства гидротехнических сооружений. М.: Оргэнергострой, 1962. 95 с.
7. Горюнов Б. Ф. Специализированные причалы морских портов. М.: Транспорт, 1968. 312 с.
8. Историк Б. Л., Лисичкин С. Е., Олимпиев Д. Н., Ксенофонов В. К., Новиков С. П. Расчетные исследования железобетонных конструкций наплавных блоков, предназначенных для перекрытия створов без предварительной подготовки основания // Гидротехническое строительство. 2011. № 1.
9. Беллендир Е. Н. Научное обоснование проектирования гравитационных опорных блоков морских ледостойких платформ и их сопряжения с грунтовым основанием. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. СПб.: На правах рукописи, 2006. 284 с.
10. ВСН 34-91. Правила производства и приемки работ на строительстве новых, реконструкции и расширении действующих гидротехнических морских и речных транспортных сооружений. М.: Минтрансстрой СССР, 1992.
11. Александров А. В., Мокин А. Е. Устройство предварительного натяжения элементов железобетонных оснований буровых платформ // Гидротехническое строительство. 2010. № 2.
12. СП 23.13330.2011. Основания гидротехнических сооружений. М.: Министерство регионального развития Российской Федерации, 2011.
13. СНиП 2.06.08-87. Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987.
14. Шполянский Ю. Б. Применение ортогональной турбины в низконапорных и свободных потоках // Гидротехническое строительство. 2011. № 4.

28.02 – 01.03.2012
МОСКВА, СК ОЛИМПИЙСКИЙ

www.ndt-russia.ru

Техногенная диагностика
Экологическая диагностика
Лабораторный контроль
Антитеррористическая диагностика

NDT

11-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ
И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЁ ПОД
КОНТРОЛЕМ!

Организаторы:   

При содействии: 

Тел: +7 (812) 380 6002/00, Факс: +7 (812) 380 6001, ndt@primexpo.ru, www.ndt-russia.ru

Проблемы Чебоксарского водохранилища особенно активно обсуждаются в прессе последние годы. В неспециализированных СМИ, рассчитанных на широкий круг читателей, нередко встречаются недостоверные факты и противоречивые оценки ситуации, при этом окрашенные самыми разными эмоциями. Понятно, что Чебоксарское водохранилище и Чебоксарская ГЭС — объекты государственной значимости, затрагивающие интересы многих регионов, поэтому, вероятно, обсуждение этих интересов порой носит «политическую» окраску. Мы как специализированное издание посчитали важным, оставив эмоции за рамками формата журнала, рассмотреть решение проблем Чебоксарского водохранилища в профессиональном ракурсе, предоставив возможность специалистам, включенным в решение проблем на разных этапах, обоснованно, аргументированно, сугубо профессионально высказать свое видение решения проблем Чебоксарского водохранилища.

Мы признательны всем, кто откликнулся на предложение редакции и высказал свою профессиональную позицию. Редакция особо благодарит за консультации доктора технических наук, профессора А. Е. Асарина (институт «ГИДРОПРОЕКТ»), доктора технических наук В. А. Кривошея (НТЦ «ВОДА и ЛЮДИ: XXI век»); А. С. Давыдова (директор по гидротехническим объектам ИЦЭ Поволжья); А. Б. Ремезенцева Борисович (генеральный директор ИЦЭ Поволжья); инженера-гидротехника С. П. Егорова. Мы выражаем признательность специалистам, которые помогли в сборе информации и подготовке материала: специалисту департамента по связям с общественностью ОАО «РусГидро» Оксане Семеновой, пресс-секретарю Чебоксарской ГЭС Ирине Беликовой, помощнику зам. директора «ИЦЭ Поволжья» Т. И. Диневой. Надеемся, что специальная рубрика вызовет живой интерес и желание продолжить обсуждение проекта.



2.

22–37

ЧЕБОКСАРСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

ПРОБЛЕМЫ ЗАВЕРШЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЧЕБОКСАРСКОГО ГИДРОУЗЛА И ПОДЪЕМА УРОВНЯ ВОДОХРАНИЛИЩА ДО ОТМЕТКИ 68,0 м

Материал подготовлен специалистами
ОАО «Инженерный центр энергетики Поволжья»

История вопроса

В 1931 г. была сформулирована идея создания каскада гидроузлов на р. Волге (проект «Большая Волга»). Проектом, разработанным специальным бюро Большой Волги, предусматривалось строительство десяти гидроузлов на Волге и ее притоках (проект был рассмотрен и одобрен специальной сессией Академии наук СССР). По всему Волжско-Камскому каскаду были начаты инженерные изыскания и проектные проработки.

До 1942 г. были построены Ивановский, Угличский и Рыбинский гидроузлы.

В послевоенные годы проект реконструкции Большой Волги был пересмотрен по новой схеме, в соответствии с которой кроме трех построенных предполагалось возвести еще шесть гидроузлов на р. Волге и четыре гидроузла на р. Каме (в порядке очередности: Горьковский, Куйбышевский, Волгоградский, Саратовский, Чебоксарский, Ржевский гидроузлы на Волге и Камский, Воткинский, Нижнекамский, Верхнекамский гидроузлы на Каме). К середине 60-х гг. были построены Горьковский, Куйбышевский, Волгоградский и Саратовский гидроузлы на р. Волге и Камский и Воткинский на р. Каме.

В 1964 г. «Гидроэнергопроект» подготовил проектное задание на строительство Чебоксарского гидроузла — завершающей ступени реконструкции Волги, с окончанием строительства которого энергетические ресурсы Волги предполагалось использовать более чем на 80%. Дальнейшее проектирование было поручено Куйбышевскому филиалу института «Гидропроект», который уточнил створ гидроузла, компоновку основных сооружений и отметку НПУ водохранилища. При этом зоной водохранилища занимался Московский «Гидропроект».

В 1967 г. проектное задание со сроком строительства 7 лет (1968–1975 гг.) было уточнено и утверждено Советом министров СССР. Основными задачами создания Чебоксарского гидроузла с полезной емкостью 5,4 км³ являлись:

1. Обеспечение прохождения крупнотоннажных судов с гарантированными глубинами 4 м на наиболее грузонапряженном и мелководном участке Волги по схеме река — море в страны Европы, Северной Африки и Ближнего Востока.

2. Увеличение водообеспечения орошаемого земледелия Поволжья.



Пассажирский причал в г. Лысково Нижегородской области. Построен под НПУ водохранилища 68,0 м. Не используется ввиду отсутствия глубин



г. Нижний Новгород. Конец XIX в.



Инженерная защита г. Нижний Новгород

3. Обеспечение водного перехода первой категории через Волгу на маршруте Горький — Казань.

4. Увеличение среднегодовой выработки электроэнергии в Европейской части СССР на 3,5 млрд Квт·час и надежности покрытия пиков графика нагрузки.

В 1974 г. одновременно с выдачей рабочих чертежей «Куйбышевгидропроект» разработал технический проект основных сооружений, а институт «Гидропроект» уточнил проектные решения по водохранилищу, которые в том же году были утверждены.

В уточненном проектом задании, с учетом фактически выполненных работ и уточненного объема работ по зоне водохранилища, продолжительность строительства была увеличена с 7 до 14,5 лет (1968–1982) с поэтапным наполнением водохранилища.

Уточнение проектного задания по зоне водохранилища было связано с поручением Совета министров СССР о строительстве дополнительных инженерных защит сельхозземель с увеличением их площадей в 2 раза, а также увеличением компенсационных мероприятий за затопленные земли. Это решение было обусловлено вложением в то время огромных средств в развитие мелиоративного строительства и освоение новых земель, а также началом зарождения «зеленого» движения.

В результате мероприятия по зоне водохранилища включили строительство 18-ти инженерных защит населенных пунктов, территорий и объектов, в т. ч. инженерную защиту от подтопления Заречной части г. Н. Новгорода с населением около 1 млн человек и г. Чебоксары. Всего предусматривалось защитить 38 городов и населенных пунктов, построить 205 км дамб и берегоукреплений, 51 насосную станцию, 400 км дренажей и каналов. Такого количества защитных сооружений не было ни на одном из ранее построенных водохранилищ, что привело к значительному удорожанию строительства, увеличению эксплуатационных затрат и снижению экономической эффективности проекта.

Фактически строительство основных сооружений ГЭС продолжалось 18 лет (до пуска в 1986 г. последнего гидроагрегата); работы по зоне водохранилища и инженерным защитам продолжались до середины 90-х гг. и не завершены по настоящее время. В 1989 г., после выхода постановления Госплана СССР № 7/76/79, работы, связанные с НПУ 68,0 м, были приостановлены.

К моменту наполнения до отм. 63,0 м освоение средств по зоне водохранилища составило 44%, а к моменту приостановки строительства 60% по следующим причинам:

- ♦ недофинансирование работ по зоне водохранилища в условиях падения цен на нефть, начавшейся стагнации экономики и роста гонки вооружений;
- ♦ увеличение объемов работ по дренажно-осушительной сети на объектах инженерных защит в процессе строительства с учетом фактического подтопления земель и населенных пунктов после наполнения водохранилища до промежуточной отметки;
- ♦ усложнение условий организации и производства работ в условиях наполненного водохранилища с соответствующим увеличением сроков и стоимости строительства;
- ♦ начавшийся развал Советского Союза и «вертикали власти».

Современное состояние р. Волги от Нижегородского до Чебоксарского гидроузла

Таким образом, несмотря на значительные финансовые вложения в подготовку зоны водохранилища и большой объем выполненных работ по лесовосстановке, переселению населения, реконструкции воднотранспортной инфраструктуры, инженерным защитам объектов и территорий, работы по строительству дренажно-осушительной сети, обустройству зоны водохранилища и обеспечению надлежащих санитарных и социальных условий в населенных пунктах не были завершены, что не позволило поднять уровень водохранилища до проектной отметки. В результате, заложенного в проектные решения эффекта не достигнуто. По настоящее время водохранилище не принято в постоянную эксплуатацию и эксплуатируется по временной схеме, включая Чебоксарский шлюз. Приостановка деятельности по реализации утвержденного проекта Чебоксарского гидроузла с НПУ 68,0 м привела к следующей ситуации:

1. Осталась нереализованной стратегическая задача создания глубоководного пути на участке р. Волги между шлюзами Нижегородской и Чебоксарской ГЭС с гарантированной глубиной судового хода 4,0 м, принятой для Единой глубоководной системы Европейской части России — подпор Чебоксарского водохранилища на отметке 63,0 м не достиг Нижегородской ГЭС и на 60-километровом участке от г. Городца до г. Н. Новгорода сохранился речной режим стока и уровень воды; за время эксплуатации Нижегородской ГЭС в ее нижнем бьефе произошла глубинная эрозия русла р. Волги на (1,0–1,5 м), что привело к падению судоводных глубин на нижних порогах шлюза, рассчитанных на НПУ Чебоксарского



Макарьево-Желтоводский монастырь в Нижегородской обл. Конец XIX в.



Макарьево-Желтоводский монастырь, современный вид инженерной защиты



Инженерная защита г. Чебоксары (построена под НПУ 68,0 м)



Инженерная защита г. Козьмодемьянска в Республике Марий Эл (построен под НПУ водохранилища 68,0 м)

22

водохранилища 68,0 м, и на перекатах; в результате в настоящее время гарантированная судоходная глубина выдерживается в период навигации лишь 2–3 часа в сутки, что ведет к простоям флота и большим экономическим потерям.

2. Из-за приостановки строительства дренажно-осушительной сети на защищаемых территориях в настоящее время в состоянии подтопления находится 3500 га территорий и 526 жилых строений (без г. Н. Новгород).

3. Не решена проблема защиты от подтопления Заречной части г. Н. Новгорода, где в настоящее время по причинам, не связанным с уровнем Чебоксарского водохранилища, в состоянии подтопления находится до 33% площади городской застройки. Комплекс дренажных мероприятий, предусмотренный утвержденным проектом Чебоксарского гидроузла с НПУ 68,0 м для ликвидации существующего и дополнительного подтопления города, не выполнен.

4. Происходит размыв береговой полосы и оснований верховых откосов защитных дамб и берегоукреплений, не рассчитанных на работу при пониженной отметке 63,0 м.

5. Удельные площади мелководий (31,5%) значительно превышают допустимые по санитарным нормам, а объем водохранилища не обеспечивает самоочищения воды при продолжающемся сбросе неочищенных сточных вод. Минимальный гарантированный санитарный попуск не обеспечивает требуемых качества воды и работы водозаборов в НБ гидроузла.

6. Не налажена эксплуатация объектов инженерных защит по единой системе в проектном режиме — большое количество построенных объектов дренажно-осушительной сети до сих пор не принято в эксплуатацию, они разрушаются и выходят из строя; ни на одной защите не принята на баланс пьезометрическая сеть (в т. ч. на двух защитах не построена); не сданы в эксплуатацию инженерные защиты Кстовской и Борской с/х низин и г. Бора; не построены насосные станции на инженерных защитах Великовской, Кстовской, Борской сельхознизин и в с. Разнежье, демонтирована насосная станция на Ядринской низине — поверхностный сток отводится через прораны в дамбах или временные водопропускные трубы, в результате чего в паводок 10...1% обеспеченности (т. е. вероятность прохождения которого составляет от одного раза в 10 лет до одного раза в 100 лет) произойдет затопление территорий и защищаемых населенных пунктов.

7. В связи с отсутствием утвержденной отметки НПУ водохранилища не организована его водоохранная зона, что ведет к ухудшению экологической ситуации в прибрежной полосе, качества воды в водохранилище, а также несанк-

ционированной застройке прибрежной полосы, в том числе в зоне затопления.

8. Гидроузел работает на водотоке, водохранилище не имеет полезной емкости и не участвует в регулировании стока Волжского бассейна в интересах водного транспорта, сельского хозяйства, снижения последствий паводковых затоплений в нижнем бьефе; шлюзовые сооружения, согласно требованиям критериев безопасности всего напорного фронта плотины Чебоксарской ГЭС, не обустроены для пропуска половодья принятой расчетной обеспеченности 1%, в том числе для отметки 63,0 м.

9. Установленная мощность ГЭС используется не более чем на 60%; среднегодовая недовыработка электроэнергии составляет 1,43 млрд кВт·ч; длительная работа агрегатов и оборудования ГЭС при минимальном напоре приводит к ускоренному выходу его из строя.

10. Длительная эксплуатация гидроузла с незавершенным строительством инженерных защит и других мероприятий по зоне водохранилища сформировала у населения негативное отношение как в целом к водохранилищу, так и к вопросу подъема его уровня до проектной отметки. В результате, с негативным влиянием водохранилища связываются все накопленные социально-экономические проблемы, неблагоприятные техногенные факторы и природные условия на прилегающих территориях, что стало объективным фактором, мешающим принятию на государственном уровне решения об экономически обоснованной отметке НПУ водохранилища.

Цели и задачи реализуемого проекта

Завершение строительства Чебоксарского гидроузла является народнохозяйственной задачей федерального значения. Объект такой пространственной протяженности, каким является Чебоксарский гидроузел, расположенный на территории трех субъектов Российской Федерации, имеет огромное значение как элемент транспортной и энергетической инфраструктуры, как важнейший объект водохозяйственного, рыбохозяйственного, рекреационного назначения, а также объект важной социальной значимости.

Основной задачей проекта завершения строительства Чебоксарского гидроузла является объективное рассмотрение технических, социальных, экологических и др. проблем, связанных с перспективой дальнейшей эксплуатации гидроузла и подъемом отметки водохранилища с целью подго-

товки и принятия обоснованного управленческого решения на государственном уровне об оптимальной отметке НПУ Чебоксарского водохранилища и выбор варианта завершения строительства Чебоксарского гидроузла с учетом интересов субъектов Федерации, на территории которых он расположен.

Современная логика проекта обусловлена включением в Техническое задание следующих формулировок:

- ♦ «При разработке проекта максимально учесть предложения субъектов РФ по предотвращению, минимизации и полной компенсации негативных последствий подъема уровня водохранилища».
- ♦ «Принятые проектные решения должны обеспечить максимальную социальную, экологическую и финансово-экономическую эффективность хозяйственной деятельности, улучшение социальных и санитарных условий проживающего в зоне водохранилища населения, соблюдение законных прав и интересов физических и юридических лиц, затрагиваемых в результате подъема уровня водохранилища».
- ♦ «В составе проекта разработать мероприятия по минимизации негативных экологических, социально-экономических и санитарно-эпидемиологических последствий, связанных с изменением уровня затопления водохранилища, предусмотреть компенсации в соответствии с требованиями законодательства РФ».

Для выполнения этих задач должен быть найден компромисс между желанием регионов максимально использовать подъем уровня Чебоксарского водохранилища для решения накопленных социальных, экологических и экономических проблем, а также допущенных ошибок в хозяйственной деятельности, не связанных напрямую с отметкой наполнения водохранилища и желанием государства минимизировать затраты, связанные с завершением строительства гидроузла, сделав подъем уровня водохранилища экономически оправданным, при этом значительно улучшив качество жизни людей в зоне влияния водохранилища и минимизировав негативные последствия для прилегающих территорий.

Для этого необходимы:

- ♦ полная и объективная оценка существующего состояния зоны влияния водохранилища;
- ♦ разделение негативных последствий от природных и техногенных факторов и от влияния водохранилища;
- ♦ честный и всесторонний прогноз влияния подъема уровня водохранилища на прилегающие территории;

- ♦ оптимальные проектные решения, позволяющие минимизировать негативные последствия от подъема уровня водохранилища;
- ♦ реальная оценка стоимости мероприятий по зоне водохранилища.

Решение этих задач позволит убедить регионы, в которых сформировалось негативное отношение к проблеме поднятия Чебоксарского водохранилища, в возможности реализации данного проекта, избежав сколько-нибудь масштабных негативных экологических и социально-экономических последствий и улучшив качество жизни людей на прилегающих территориях.

Для обеспечения максимального учета интересов регионов в ходе реализации проекта подъема уровня водохранилища на начальном этапе проектирования во всех трех субъектах Федерации созданы рабочие группы, состоящие из представителей заказчиков проекта, генпроектировщика и местных заинтересованных органов, которыми регулярно отслеживается ход выполнения проектно-изыскательских работ, объективность и полнота рассматриваемых проблем, принятые проектные решения по минимизации негативного влияния водохранилища на прилегающие территории, улучшению качества жизни населения и обеспечению его законных прав в ходе реализации проекта. Ко всем отчетным материалам и проектным решениям, появляющимся в ходе проектирования, обеспечен открытый доступ заинтересованным лицам на специальном созданном портале.

При этом следует отметить, что для объективной оценки экономической эффективности проекта подъема уровня водохранилища следует учитывать те затраты, которые необходимо осуществить для обустройства зоны водохранилища, реконструкции гидротехнических сооружений и обеспечения гарантированных судоходных глубин в случае принятия решения об установлении НПУ водохранилища на существующей отметке 63,0 м.

ОАО «ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ЭНЕРГЕТИКИ ПОВОЛЖЬЯ»



**443010 г. Самара,
ул. Красноармейская, д. 1
Тел. (846) 242-30-84
E-mail: dgs@smr.ntc-volga.ru**

О ЧЕБОКСАРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ И ГОРОДЕЦКОМ ШЛЮЗЕ



Кривошей В. А.,
доктор техн. наук, президент НТЦ «ВОДА и ЛЮДИ: XXI век»

История Чебоксарского гидроузла начинается с распоряжения Совета Министров СССР от 27 января 1967 г., которым было утверждено проектное задание на строительство гидроузла. Установленная мощность ГЭС была принята равной 1400 МВт, среднемноголетняя выработка электроэнергии — 3340 млн кВт·ч в год, сметная стоимость 6830 млн руб.

Строительство Чебоксарского гидроузла было начато в 1968 г. после выхода 8 января 1968 г. постановления ЦК КПСС и Совета министров СССР за № 2 и должно было завершиться к 1987 г. полной подготовкой зоны затопления и защитой земель и населенных пунктов на территориях Республики Марий Эл и Нижегородской области. Однако из-за недостатка финансирования эти работы были приостановлены и до настоящего времени не завершены. Чебоксарская ГЭС работает в непроектном режиме при отметке верхнего бьефа 63 м, что существенно осложняет работу всего Волжско-Камского каскада сооружений. Глубина 4 м на водном пути не обеспечена. Мощность станции при отметке 63 м составляет 820 МВт вместо проектной 1400 МВт, а среднегодовая выработка — 2,1 млрд кВт·ч вместо 3,34 млрд кВт·ч, предусмотренных проектом.

25 апреля 1996 г. во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 24 августа 1995 г. № 917 «О мерах по государственной поддержке социально-экономического развития Республики Марий Эл», Указа Президента Российской Федерации от 15 сентября 1992 г. № 1071 «О мерах по государственной поддержке социально-экономического развития Чувашской Республики» и распоряжения Правительства Российской Федерации от 12 марта 1995 г. № 468-Р экспертный совет при Правительстве РФ заслушал доклад АО «Самара-гидропроект» о технико-экономическом обосновании Чебоксарского гидроузла с отметкой 63,0 м и повышении уровня водохранилища до отметки 65,0 м.

По расчету проектировщиков, повышение уровня водохранилища до отметки 65,0 м позволяло дополнительно вырабатывать 570 млн кВт·ч электроэнергии в год при снижении стоимости электроэнергии на 22% и повышении рентабельности гидроузла в 1,3 раза. При этом для завершения строительства при НПУ 63,0 м в ценах 1996 г. требовалось 1906 млрд руб., а при НПУ 65,0 м — 2999,5 млрд руб.

Против подъема Чебоксарского водохранилища до отметки 65,0 м на заседании экспертного совета выступила Государственная экологическая экспертиза Минприроды России,

правительство Республики Марий Эл, губернатор Нижегородской области и участники общественных слушаний.

Учитывая сложную социально-экономическую ситуацию в регионе, связанную с недовольством населения затянувшимся строительством Чебоксарского водохранилища и ухудшением условий проживания, а также учитывая большие объемы инвестиций (2–3 трлн руб.), экспертный совет также не поддержал предложение о подъеме водохранилища до отметки 65,0 м. В экспертном заключении было сказано, что повышение отметки до 65 м принято по директивному указанию, и поэтому эта отметка не может считаться оптимальной. Ее выбор должен быть произведен с учетом всего комплекса факторов воздействия на окружающую среду, а также мнения субъектов Российской Федерации. Минтопэнерго России, РАО «ЕЭС России» совместно с Чувашской Республикой, Республикой Марий Эл и Нижегородской областью было рекомендовано разработать и утвердить «Перечень неотложных мероприятий по ликвидации негативных последствий от эксплуатации Чебоксарского водохранилища

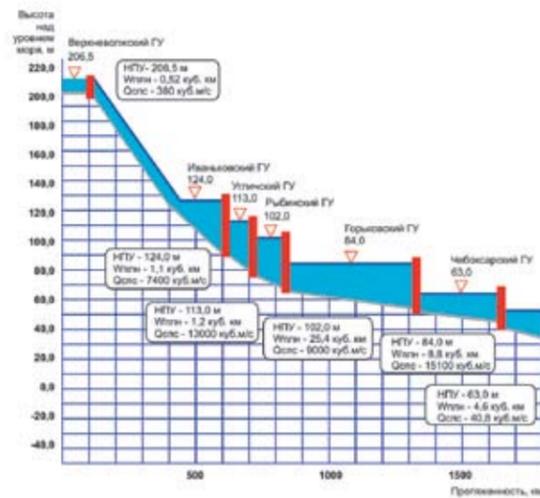


Рис. 1. Схема продольного профиля верхнего участка реки Волги

при его уровне на отметке 63,0 м», предусмотрев в нем, в первую очередь, работы по переселению населения, ремонту разрушающихся сооружений, по санитарным мероприятиям, а также стоимостную оценку этих работ и мероприятий.

После данного заседания экспертного совета было проведено бесчисленное множество других совещаний и заседаний, но никакой подвижки в согласовании вопроса о подъеме Чебоксарского водохранилища так и не достигнуто.

Минтранс России, ОАО «РусГидро» и Чувашская Республика по-прежнему настаивают на подъеме отметки водохранилища, полагая, что это позволит существенно повысить эффективность работы ГЭС и решит проблему обеспечения гарантированной глубины 4 м, что даст возможность исключить простои флота в районе Городецкого шлюза (рис. 2).

Республика Марий Эл категорически возражает против подъема отметки водохранилища, полагая, что вначале нужно решить проблемы, возникшие с подъемом водохранилища до отметки 63 м. Нижегородская область также считает не целесообразным подъем водохранилища, поскольку могут быть подтоплены отдельные районы города и начнутся оползневые явления вдоль берега Волги.

Учитывая, что в течение многих лет так и не появилось четких экономико-экологических обоснований, указывающих на необходимость подъема отметки Чебоксарского водохранилища, а также общей заинтересованности в этом со стороны субъектов Российской Федерации, был начат поиск альтернативных решений.

Так, по инициативе Минтранса России, поддержанной администрацией Нижегородской области, были начаты разработки по строительству в районе Б. Козино на Волге низконапорного гидроузла, совмещенного с автодорогой Москва — Киров. На рис. 3 и 4 дана схема строительства низконапорного гидроузла с расчетным напором 5,7 м. Решение проблемы глубин предусматривается за счет подъема уровня воды в Волге до отметки 68 м.

В составе низконапорного гидроузла предусмотрены водосливная плотина длиной 600 м и двухниточный судоходный шлюз с габаритными размерами каждой камеры 300 × 30 м. Стоимость проекта оценивается примерно в 120 млрд руб.

По замыслу инициаторов проекта, низконапорный гидроузел, совмещенный с автодорогой, может решить не только проблему глубин в районе Городца, но и проблему транспортного сообщения между Москвой и Кировом, а также проблему экологии в Нижнем Новгороде и др. Не ставя под сомнение необходимость решения второй и третьей проблемы, следует отметить, что к Волге и водному транспорту они никакого отношения не имеют. Совместное их решение только усложня-

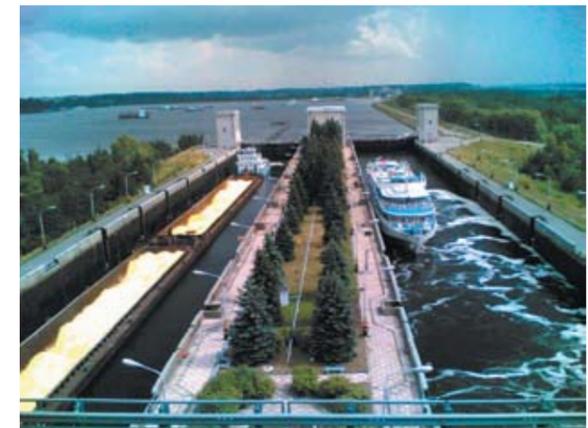


Рис. 2. Городецкий судоходный шлюз

ет и удорожает решение проблемы водного транспорта с обеспечением гарантированной глубины 4 м, а также негативно повлияет на сложившийся в регионе экологический баланс.

Более того, строительство дополнительного гидроузла, частично улучшив условия судоходства для крупнотоннажных судов, имеющих осадку до 3,6 м, существенно ухудшит судоходные условия для других судов, имеющих осадку до 2,5 м, поскольку потребует дополнительного шлюзования, которое сейчас для таких судов не требуется.

Строительство гидроузла приведет к ликвидации свободного участка реки и вызовет ускоренную эрозию русла и просадку уровня водной поверхности в его нижнем бьефе, что может негативно сказаться на работе водозаборов.

Необходимо иметь в виду также, что низконапорный гидроузел, совмещенный с автодорогой, никогда не окупится, поскольку грузопотоки, проходящие через шлюз в этом районе, весьма незначительны. С точки зрения антитеррористической устойчивости низконапорный гидроузел также будет уязвимым.



Рис. 3. Схема расположения нового гидроузла на Волге в районе Б. Козино

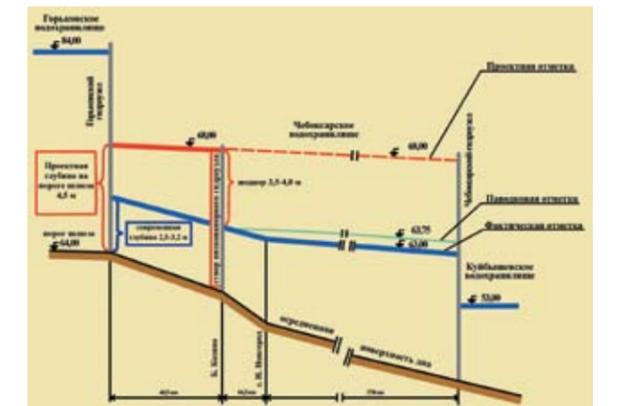


Рис. 4. Схема строительства низконапорного гидроузла, совмещенного с автодорогой

По сути, это один из худших вариантов решения водно-транспортной проблемы, реализация которого неизбежно нанесет вред и экономике, и экологии, и водному транспорту.

21.04.2010 г. за № 600-р вышло распоряжение Правительства Российской Федерации о подготовке в 2010 г. изменений в проектную документацию «Строительство Чебоксарской ГЭС на реке Волге», предусматривающее возможность установления нормального подпорного уровня Чебоксарского водохранилища на отметке 68 м.

По итогам своей поездки в Астрахань 17 августа 2011 г. Президент Российской Федерации Д. А. Медведев дал поручение Правительству РФ в срок до 1 августа 2012 г. обеспечить завершение в 2011 г. разработки проектной документации по проекту «Строительство Чебоксарской ГЭС на реке Волге» в части, касающейся поднятия уровня Чебоксарского водохранилища до отметки нормального подпорного уровня 68 м, и, по итогам проведения государственной экспертизы проекта и его публичного обсуждения с участием всех заинтересованных сторон, представить предложения о дальнейшей работе по организации регулирования водопользования на Волжско-Камском каскаде, обратив особое внимание на решение вопросов, связанных с застройкой и хозяйственным использованием территорий, отведенных под водохранилище Чебоксарского гидроузла.

В настоящее время идут проектные работы, которые выполняет ОАО «Инженерный центр энергетика Поволжья» (ИЦЭП). К концу года проект может быть завершен, после чего начнется его государственная экспертиза. После положительного заключения Главгосэкспертизы результаты работы будут доложены Правительству РФ.

Сейчас трудно предсказать, какое решение будет принято Правительством Российской Федерации, поскольку кроме плюсов, которые получают энергетика и водный транспорт, будут и минусы, которые получают Республика Марий Эл и Нижегородская область, чьи территории попадут в зону затопления и подтопления.

Правительству Российской Федерации придется учитывать также, что:

1. Подъем Чебоксарского водохранилища с 63 до 68 м потребует значительных финансовых затрат. Будет дополнительно затоплено более 1000 кв. км территории, потребуются переселение около 20 тыс. жителей, проживающих на территории, попадающей в зону затопления.

2. В условиях финансово-экономической нестабильности такую стройку начинать крайне рискованно. Она может превратиться в колоссальный долгострой, что вызовет серьезное недовольство населения и многочисленных общественных организаций.

3. Ошибки, допущенные при оценке объемов необходимого финансирования, могут также негативно сказаться на сроках строительства, что в конечном итоге приведет к существенному увеличению плановых объемов финансирования.

4. Просчеты, допущенные при проектировании, могут серьезно нарушить сложившееся экологическое равновесие с непредсказуемыми последствиями в области подтопления территорий, оползневых процессов, качества воды водного объекта, эпидемиологической обстановки на территории и др.

Исходя из этого, представляется маловероятным, что Правительство РФ примет решение о подъеме Чебоксарского водохранилища на 5 м и утвердит НПУ на отметке 68 м. Скорее всего, это может быть какая-то промежуточная отметка, но не более 65, максимум 66 м.

Учитывая, что Правительство Российской Федерации, скорее всего, не сможет принять решение о подъеме НПУ во-

дохранилища до отметки 68 м, проблемы водного транспорта, связанные с обеспечением гарантированной глубины 4 м в районе Городецкого шлюза останутся нерешенными.

Отсюда потребуются изыскание новых путей решения проблем водного транспорта, не связанных с отметкой НПУ 68 м и строительством нового низконапорного гидроузла.

Наиболее целесообразным в решении проблем водного транспорта является строительство третьей нитки Городецкого шлюза с пониженным заложением порога. На рис. 5 и 6 показаны схемы строительства третьей нитки Городецкого шлюза.

Расчеты показывают, что, во-первых, стоимость строительства такой нитки шлюза будет в несколько раз меньше, чем строительство нового низконапорного гидроузла, а во-вторых, будут обеспечены хорошие условия судоходства с глубиной более 4 м, что позволит пропускать через шлюз до 100 млн т грузов.

Достижение гарантированной глубины в нижнем бьефе третьей нитки Городецкого шлюза может быть получено соответствующим заложением порога нового шлюза и проведением дноуглубительных работ в нижнем бьефе. Просадка уровня воды в районе шлюза практически завершилась, что будет обеспечивать стабильную работу водного транспорта при минимуме эксплуатационных затрат, связанных с поддержанием глубины в нижнем бьефе.

Исходя из изложенного, представляется правильным и обоснованным, чтобы в проектных материалах Инженерного центра энергетика Поволжья нашли отражение и проработки, связанные со строительством третьей нитки судоходного шлюза.



Рис. 5. Схема расположения третьей нитки Городецкого шлюза

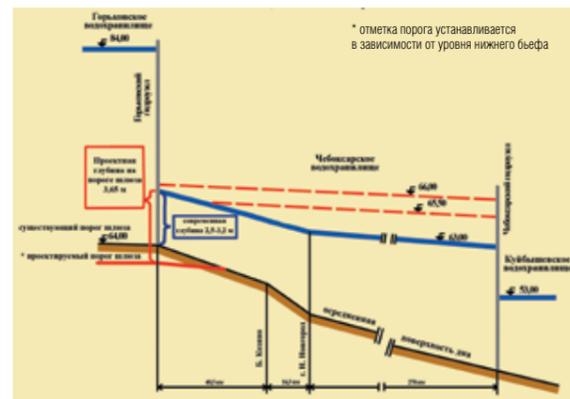


Рис. 6. Схема расположения третьей нитки Городецкого шлюза с пониженной отметкой порога

ОАО «РУСГИДРО» О СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЯХ ПРОБЛЕМ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ЧЕБОКСАРСКОЙ ГЭС



Работа Чебоксарской ГЭС напрямую зависит от ситуации на водохранилище. Мы обратились в ОАО «РусГидро», в чей состав входит Чебоксарская ГЭС, и попросили высказать свою позицию специалистов, непосредственно участвующих в решении проблем на современном этапе. На вопросы редакции ответили Борис Борисович Богуш, член правления ОАО «РусГидро», и Расим Магсумович Хазиахметов, директор по технической политике ОАО «РусГидро».

— У проблем Чебоксарского водохранилища и Чебоксарской ГЭС, можно сказать, 80-летняя история, без которой невозможно понять их нынешнее состояние. Напомним, пожалуйста, читателям, куда корнями уходит нынешняя ситуация.

Хазиахметов Р. М.

В 1931 г. впервые была выдвинута идея создания каскада из 10 гидроузлов на Волге и Каме (так называемый проект «Большая Волга» под руководством профессора А. В. Чаплыгина). Помимо выработки электроэнергии, важнейшей задачей проектируемого каскада было создание глубоководного пути, соединяющего Каспийское, Черное, Балтийское и Белое моря. Одной из первых на Волге предполагалось построить Чебоксарскую ГЭС. Но в довоенный период успели возвести лишь три гидроузла: Ивановский, Угличский и Рыбинский.

После Великой Отечественной войны проект реконструкции Волги был переработан. Кроме трех уже построенных гидроузлов, планировалось создать еще шесть на Волге и четыре на Каме. В доработанном проекте «Большая Волга» по-прежнему присутствовал Чебоксарский гидроузел.

В 1950-е гг. институт «Гидропроект» разработал проектное задание на строительство Чебоксарской ГЭС в 4 км ниже г. Чебоксары — в Пихтулинском створе. В зоне будущего Чебоксарского водохранилища было запрещено новое строительство. Но в 1960 г. Куйбышевский филиал «Гидро-

проект», которому было поручено проектирование будущей ГЭС, пришел к выводу, что выбор створа, компоновка основных сооружений станции и отметка уровня водохранилища требуют корректировки, которая и была проведена в 1963 г. Створ гидроузла был изменен с Пихтулинского на Ельниковский, а отметка верхнего бьефа определена в 68 м. В здании ГЭС предполагалось установить 32 горизонтальных капсульных агрегата мощностью 51,2 МВт каждый. Однако после государственной экспертизы от горизонтальных гидроагрегатов отказались в пользу вертикальных.

— Когда началось собственно строительство ГЭС и какие наиболее важные этапы можно выделить в ходе строительства?

Хазиахметов Р. М.

Проектное задание на строительство Чебоксарской ГЭС было рассмотрено и согласовано Госпланом и Госстроем СССР, а 22 января 1967 г. утверждено Советом министров СССР. Этот день и считается началом строительства Чебоксарской ГЭС. Для организации и ведения работ по сооружению ГЭС в 1967–1968 гг. были созданы управление строительства «Чебоксаргэсстрой» и дирекция строящейся Чебоксарской ГЭС. На сооружение станции, объявленное все-союзной стройкой, съехались специалисты из Средней Азии,



Подготовка котлована



Строительство гидроузла

Кавказа, Украины, Сибири и многих других регионов бывшего Советского Союза. Всесоюзная ударная стройка длилась 17 лет. Было переработано около 70 млн м³ земли, только бетона под основание ГЭС было уложено 2,5 млн т.

В связи с ускоренным сооружением ВЛ-500 кВ «Урал-Центр» (северный транзит) в 1974 г. было принято решение об опережающем вводе в эксплуатацию открытого распределительного устройства Чебоксарской ГЭС (ОРУ-500/220 кВ). В 1978 г., за два года до пуска первого гидроагрегата, первая очередь ОРУ была поставлена под напряжение. Две линии по 500 кВ (от подстанции «Луч» — «Н. Новгород» и «Киндери» — «Казань») существенно повысили надежность энергоснабжения Чувашии, с потребителями которой ОРУ было связано линиями 220 кВ. Впоследствии к ним добавились ВЛ-220 на Йошкар-Олу и Канаш. Связь между ОРУ-500 и ОРУ-220 осуществлялась через автотрансформаторную группу.

— В каких условиях станция начала работу и когда был запущен первый агрегат?

Хазиахметов Р. М.

В начале ноября 1980 г. завершилось перекрытие Волги. Оно продолжалось 6 суток и 17 часов. Около сотни машин двигались по дамбе навстречу друг другу. И с левого, и с правого берегов в воду сбрасывали связки бетонных кубов и тетраэдров, тысячи тонн песка и гравия. После завершения перекрытия вода пошла через сооружения ГЭС. Через полтора месяца после затопления котлована, 31 декабря 1980 г., при пониженной отметке Чебоксарского водохранилища 61,0 м был пущен первый гидроагрегат установленной мощностью 78 МВ. 3 января 1981-го он выдал в единую энергосистему страны первые киловатт-часы электроэнергии, а 15 января 1981 г. на основании Приказа Министерства энергетики и электрификации СССР Чебоксарская ГЭС вошла в число действующих предприятий Советского Союза.

Так как пуск первого гидроагрегата Чебоксарской ГЭС был осуществлен при пониженной отметке водохранилища 61,0 м, весной 1981 г. для обеспечения навигации уровень был повышен до 63 м. Окончательный срок работ по зоне затопления водохранилища до проектной отметки 68 м был запланирован на 1987 г. Однако в связи с недостаточным финансированием, неполной готовностью зоны затопления и незавершенными работами по защите земель и населенных пунктов реализация проекта была приостановлена. Чебоксарское водохранилище уже на протяжении 30 лет эксплуатируется на пониженной отметке 63 м. И хотя за три десятилетия ГЭС выработала более 64,5 млрд кВт·ч электроэнергии, она до сих пор официально не принята в эксплуатацию, а ее строительство считается незавершенным.

— Известно, что ключевой проблемой является именно нынешняя отметка водохранилища — 63 м, хотя 30 лет Чебоксарская ГЭС работает при этой отметке. В чем заключается негативное влияние непроектной отметки как на работу станции, так и на состояние самого водохранилища?

Богущ Б. Б.

Установленная мощность ГЭС используется лишь на 60% (820 МВт при проектной — 1404 МВт). Снижается выработка электроэнергии: среднегодовая выработка электроэнергии при уровне Чебоксарского водохранилища 63,0 м — 2,1 млрд кВт·ч, при проектном уровне 68,0 м — 3,5 млрд кВт·ч (с учетом эффекта работы ГЭС в каскаде).

Большую часть года ГЭС работает при напорах ниже расчетного (12,4 м), что существенно снижает КПД гидротурбин.



Первый гидроагрегат

Исключается из работы забральная балка здания ГЭС, выполненная для работы с отметкой водохранилища 68,0 м (низ забальной балки имеет отметку 64,6 м). Создается угроза повреждения оборудования плавающими предметами, затрудняется уборка мусора, снижается напор «нетто» за счет увеличения потерь напора на решетках.

Проектом предусмотрена работа гидроагрегатов в режиме синхронного компенсатора (СК). Из-за непроектного уровня давление воды в спиральной камере перед направляющим аппаратом недостаточно для удержания сжатого воздуха в камере рабочего колеса турбины, поэтому на этапе строительства работы по обеспечению возможности эксплуатации г/а в режиме СК были не закончены.

Из-за низкого давления воды в спиральной камере не работоспособен водозабор для смазки и охлаждения турбинного подшипника турбины, что снижает надежность работы этого узла.

Увеличена продолжительность работы ГЭС при напорах, близких к минимально допустимому. Причем возможен полный останов станции (производства электроэнергии) при



Перекрытие русла р. Волги. Ноябрь 1980 г.



Затопление котлована

напорах ниже 6,5 м, а это вполне возможно при пропуске больших половодий из-за подъема уровня НБ. Наблюдается повышенный износ оборудования вследствие повышенной вибрации, обусловленной низкими напорами.

Вследствие отсутствия полезной емкости Чебоксарское водохранилище не выполняет функцию регулирования стока, что приводит к риску подтопления и затопления территорий в нижнем и в верхнем бьефах в период весеннего половодья. Из-за недостаточности объема стока возможно ограничение потребностей сельского хозяйства и водного транспорта в летний период.

Отсутствие полезной емкости Чебоксарского водохранилища и возможности регулирования стока ухудшает последствия маловодной межени для расположенных ниже ГЭС.

Непроектная отметка Чебоксарского водохранилища создает проблемы и для расположенной выше Нижегородской ГЭС, обуславливая необходимость дополнительных пусков для создания требуемых судоходных глубин на р. Волге в районе Городца, которые не всегда эффективны с точки зрения энергетики.

Хазиахметов Р. М.

Длительная работа гидроузла в непроектном режиме не позволяет получить ожидаемого положительного эффекта и создает ряд дополнительных проблем: площадь мелководий Чебоксарского водохранилища, превышающая все допустимые нормы (33% вместо 19%), ухудшает качество воды; не обеспечивается нормальная работа водозаборов в нижнем бьефе гидроузла вследствие недостаточного уровня минимального санитарного стока. В связи с незавершенностью строительства береговых защитных сооружений усиливаются оползневые явления, а построенные защитные сооружения в условиях работы на непроектной отметке усиленно разрушаются. Не эксплуатируются практически достроенные береговые сооружения — причальные стенки, речные порты.

Кроме этого, из-за эксплуатации на непроектной отметке Чебоксарское водохранилище не имеет аккумулирующей емкости. В результате в период весеннего паводка возникают риски, связанные с критическими отметками уровней бьефов в районе гидроузла. Максимальная отметка в верхнем бьефе — 63,3 м, минимальная — 63,0, возможность сработки — всего 30 см в сутки. Ночью гидроагрегаты Чебоксарской ГЭС приходится останавливать. В итоге более 600 МВт остаются законсервированными — и это в условиях дефицита мощности в центральной части России. Ежегодная недовыработка составляет порядка 1,5 млрд кВт·ч электроэнергии. Кроме того, из-за низкого напора, ежедневных пусков и остановов узлы и детали гидроагрегатов несут дополнительную нагрузку, что приводит к их повышенному износу и частым ремонтам.

До сих пор не создан единый глубоководный путь по международному транспортному коридору «Север — Юг», имеющему стратегическое значение для развития экономики страны. Как отметил руководитель Федерального агентства морского и речного транспорта РФ Александр Давыденко в своем докладе на выездном заседании Морской коллегии при правительстве России в Астрахани, особое место занимают лимитирующие участки, на которых глубины не достигают 4 м. При этом основным проблемным местом назван 40-километровый участок Чебоксарского водохранилища от Городца до Нижнего Новгорода, где глубины на судовом ходу составляют менее 2,5 м. Транспортные суда вынуждены либо недогружаться, либо производить перегрузку на другие виды транспорта, а пассажирский круизный флот — перевозить пассажиров автобусами или ожидать попусков воды из Горьковского водохранилища. Прочитаю специалиста: «На этом сложном участке гарантированная судоходная глубина выдерживается в период навигации лишь четыре часа в сутки», — подчеркивает Владимир Костылев, начальник Городецкого района судоходных сооружений. Реализация проекта по подъему уровня Чебоксарского водохранилища позволит использовать в полной мере самый дешевый вид транспорта — водный, а также развернуть транспортные грузопотоки и направить их через более выгодный волжский путь, а не через Атлантику.

— ОАО «РусГидро» выступает за проект, который для понимания сути назвали условно «Отметка 68 метров». Но как альтернатива этому проекту рассматривался проект строительства низконапорного гидроузла в Большом Козино Нижегородской области. Тем не менее принято решение, подписанное Президентом Д. А. Медведевым, о доработке проектной документации по доведению водохранилища до отметки 68 м. В чем, на ваш взгляд, преимущества этого проекта, что послужило главными аргументами в его пользу и почему специалисты «РусГидро» поддерживают именно этот проект?



Первое судно в шлюзовой камере Чебоксарского гидроузла. Весна 1981 г.



Водосливная плотина

Хазиахметов Р. М.

Проект строительства низконапорного гидроузла с плотной и судоходным шлюзом в районе поселка Большое Козино позволит решить лишь одну проблему — водного транспорта, при этом в нижнем течении Волги (например, на участке от Волгограда до Стрелецкого гарантированные глубины по-прежнему не будут выдерживаться). Весь комплекс проблем строительство низконапорного гидроузла не решит.

Повышение уровня водохранилища до отметки 68 м обеспечит гарантированное сквозное судоходство на Волге, и на это есть соответствующие заключения экспертов, в том числе международных и независимых. Одновременно улучшится экология Волги, будет решен вопрос минимизации последствий засух и наводнений. Экологический эффект будет достигнут за счет уменьшения площади мелководий, сокращения трансграничного переноса загрязняющих веществ, увеличения водообмена. Выход на проектную отметку позволит создать дополнительную полезную емкость водохранилища и регулировать сток Волжского бассейна в интересах всех водопользователей, повысить безопасность гидротехнических сооружений, снизить последствия паводков в нижнем бьефе Чебоксарского гидроузла. Вариант достройки Чебоксарского гидроузла до НПУ 68 м поддерживают все федеральные ведомства, имеющие отношение к проекту, в том числе Росморречфлот, Росводресурсы, Минприроды, Минпромэнерго, Минтранс.

— **Активное техперевооружение Чебоксарской ГЭС, которое в последние годы ведет компания «РусГидро», связано с проектом подъема водохранилища или для этого есть другие причины, ведь станция самая молодая в каскаде?**

Богущ Б. Б.

В свете современных требований к работе энергопредприятий оборудование ГЭС морально и физически устарело, не позволяет нормально организовать полноценную АСУ ТП, многие комплектующие, прежде всего электротехнического оборудования, давно сняты с производства.

Проект подъема водохранилища не является приоритетным для определения сроков и объемов техперевооружения и реконструкции Чебоксарской ГЭС. Однако здесь необходимо отметить, что стратегический план реконструкции построен на принципе, что основное оборудование будет эксплуатироваться в проектном диапазоне напоров, т. е. уровень водохранилища будет поднят до проектной отметки.

— **Как продвигается техническое перевооружение станции и каковы его результаты на сегодняшний день?**

Богущ Б. Б.

31 декабря 1980 г. был пущен в работу первый гидроагрегат Чебоксарской ГЭС. 30 сентября 1987 г. введен в эксплуатацию последний — 18-й гидроагрегат. Тридцатилетний опыт эксплуатации Чебоксарской ГЭС выявил различные недостатки оборудования. Из-за серьезных конструкторских просчетов завода-изготовителя 15 гидротурбин Чебоксарской ГЭС эксплуатируются в пропеллерном режиме. На трех гидротурбинах уже проведена реконструкция рабочего колеса (РК), и они переведены в поворотном-лопастной режим работы.

На ГЭС эксплуатируются 12 гидрогенераторов производства завода «Электросила» (Санкт-Петербург) и 6 — «Сибэлектротяжмаш» (Новосибирск). Конструктивная особенность роторов экспериментальных гидрогенераторов производства «Электросила», выполненных с раздвижкой полюсов с целью улучшения качества электроэнергии, привела к повышенной вибрации спинки статора (в некоторых режимах в 5 раз превышающей нормируемые значения) и накоплению усталостных циклов в узлах крепления сердечника статора. Замена железа обода ротора на пяти гидрогенераторах позволила снизить вибрацию в 3 раза и будет продолжена на остальных.

Установленные воздушные генераторные выключатели и выключатели ОРУ-220 являются лидерами в общем количестве зарегистрированных отказов за все время эксплуатации ГЭС. Механический ресурс данных выключателей (1000 операций «включения — отключения» до ремонта) не соответствует режиму работы гидроагрегатов (до трех операций «включения — отключения» в сутки). Проведенная по предложению Института энергетической электроники модернизация, капремонты с целью повышения механического ресурса до 5000 операций «включения — отключения» не принесли ожидаемых результатов. Недоработка модернизированных узлов и их некачественное изготовление привели к росту числа технологических нарушений на ВВГ-20.

Заключен договор на полную замену генераторных выключателей с переходом на элегазовые типа HECGS производства ABB (на сегодня заменены два выключателя). Планируется замена наиболее изношенного оборудования четырех ячеек ОРУ-220 кВ.

Система тиристорного возбуждения СТС-420-1410-2У4 введена в работу при пуске гидроагрегатов в 1980-е гг. Дальнейшая эксплуатация требует все большего объема материальных и человеческих ресурсов для обеспечения нормальной работы.

Устройства релейной защиты и автоматики ОРУ-500/220 кВ, блочных трансформаторов, генераторов и собственных нужд выполнены в основном на электромеханической элементной базе и находятся в эксплуатации 20–27 лет.



Реконструкция гидроагрегата



В машинном зале

Некоторые устройства комплекса ПА сети и генераторов сняты с производства в конце 70-х гг. и находятся в эксплуатации более 20 лет при нормативе 12 лет. Указанная причина снижает надежность работы оборудования и степень готовности станции к несению нагрузки.

Внедрение за последние 5 лет большого количества микропроцессорных систем управления САУ и РЗА гидроагрегатов, ГРАМ, ГРН, мониторинга состояния ГТС, АСУ вентиляции и пожаротушением, систем, обеспечивающих работу ГЭС на рынке электроэнергии (АИИИСКУЭ, ССПИ), телекоммуникационных систем, с реализованными «собственными» АСУ ТП, требует построения комплексной АСУ ТП верхнего уровня ГЭС в целом, что и планируется выполнить в 2011–2013 гг.

— **Борис Борисович, вы отметили проблему работы турбин в пропеллерном режиме, что заметно снижает производительность ГЭС. Расскажите, пожалуйста, подробнее о том, что уже сделано и что еще предстоит сделать на гидростанции для решения этой проблемы.**

Богущ Б. Б.

На филиале с 2007 г. начались крупномасштабные работы по реконструкции механизмов поворота лопастей рабочих колес с восстановлением работы турбин в поворотном-лопастном режиме.

Проект модернизации рабочих колес был разработан специалистами филиала ОАО «Силловые машины» — ЛМЗ в 2006 г., в нем были учтены ошибки предыдущего проекта, в котором неудачно были подобраны материалы для пар трения (подшипников скольжения) лопастей рабочих колес и механизмов их поворота.

В новом проекте все втулки подшипников механизма поворота лопастей изготавливаются заново. Средняя и верхняя втулки штока, работающие в масле, выполнены из бронзы. Вкладыши нижней втулки штока, малой и большой втулок цапф лопастей и втулок серег работают в безмасляной среде, выполнены из материала УСЭК (углестеклопоксидной композиции), являющегося самосмазывающимся материалом, что значительно снижает трение при работе механизма поворота лопастей.

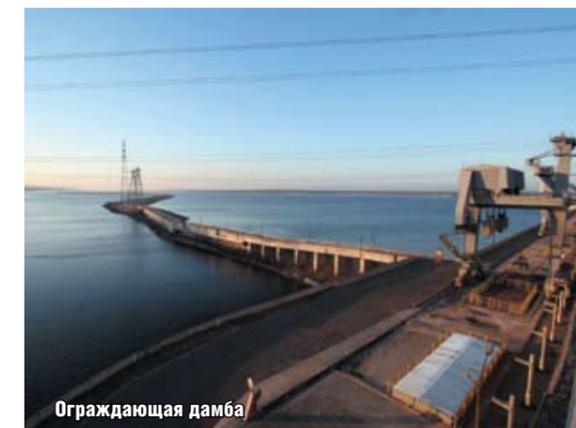
Существующая конструкция уплотнений лопастей заменена на принципиально новую. В качестве уплотнительных элементов применяются материалы типа Garlock Double Acting. Данная конструкция уплотнений обеспечивает возможность замены уплотнительных манжет без выема

лопастей рабочего колеса. В проекте есть еще ряд существенных изменений.

В настоящий момент на станции восстановлена работа в поворотном-лопастном режиме трех гидротурбин, ст. №№ 1, 7, 14. Монтаж еще двух ст. №№ 8 и 16 будет выполнен в 2011 и в 2012 гг. соответственно.

Работа по реконструкции механизмов поворота лопастей рабочих колес будет продолжена, и до 2020 г. поворотном-лопастной режим будет восстановлен на всех турбинах, что позволит значительно улучшить их технико-экономические показатели и повысить эффективность работы гидроэлектростанции в целом. Обновленные рабочие колеса при существующих напорах будут работать в наиболее выгодных режимах, в зоне оптимальных КПД, что позволит повысить располагаемую мощность на 7%. Дополнительная годовая выработка электроэнергии при переводе всех гидротурбин в поворотном-лопастной режим работы, даже при сохранении уровня водохранилища на отметке 63,0 м, составит около 8%. Наличие возможности разворота лопастей при регулировании мощности гидротурбины продлит срок службы оборудования всего агрегатного блока.

— **Проект «Отметка 68 метров» получил одобрение на государственном уровне. Это масштабный, долгосрочный, межотраслевой, межрегиональный проект. Если управление реконструкцией Чебоксарской ГЭС осуществляется одной компанией — «РусГидро», то как будет строиться управление проектом на государственном, межведомственном уровне?**



Ограждающая дамба

Хазиахметов Р. М.

В настоящее время, в соответствии с поручением Президента РФ Дмитрия Медведева и распоряжением Правительства РФ от 21 апреля 2010 г., подготавливаются изменения в проектную документацию завершения строительства Чебоксарской ГЭС, предусматривающие возможность наполнения Чебоксарского водохранилища до НПУ 68 м. Техническое задание на проектирование проработали и согласовали все заинтересованные федеральные ведомства, в том числе Минтранс, Минрегион, Минэкономразвития, Минприроды, Минэнерго. В ходе рассмотрения и согласования технического задания значительные доработки были внесены правительствами Нижегородской области, Республики Марий Эл и Чувашской Республики. На основании проведенных конкурсных процедур генеральным проектировщиком завершения строительства Чебоксарского гидроузла выбран институт «Инженерный центр энергетики Поволжья».

Во всех регионах, расположенных на берегах Чебоксарского водохранилища, — Нижегородской области, Марий Эл и Чувашии — созданы рабочие группы для координации взаимодействия заинтересованных сторон при решении вопроса о повышении уровня Чебоксарского водохранилища до проектной отметки 68 м. В их состав вошли представители региональных органов исполнительной власти, ОАО «РусГидро» и генерального проектировщика — ОАО «Инженерный центр энергетики Поволжья» («ИЦЭ Поволжья»).

— Какие работы по проекту ведутся на сегодняшний день?

Хазиахметов Р. М.

В настоящее время проектные работы на субподрядной основе у «ИЦЭ Поволжья» ведут 19 проектных, изыскательских и научно-исследовательских организаций из Москвы, Нижнего Новгорода, Саратова, Самары, Екатеринбург и Чебоксар. Среди них ЗАО «Институт Геострой-проект», ФГУ «Волгагеология», ГУП «ЧувашГИИЗ», ГУ Научно-исследовательский институт экологии и природопользования, Комплексная изыскательская экспедиция № 45, ОАО «Чебоксарский речной порт». Сбор исходных данных по качеству поверхностных и подземных на территории Марий Эл вод закреплен за управлением Роспотребнадзора по Республике Марий Эл. Ответственным за сбор данных по источникам загрязнений назначено региональное Министерство сельского хозяйства и продовольствия. Также в числе соисполнителей проектных работ названы ГФУ по обеспечению инженерных защит Чебоксарского водохранилища по Марий Эл, департамент экологической безопасности, приро-



Новая система управления гидроагрегатами

допользования и защиты населения республики и регионального управления Росприроднадзора.

Завершить доработку проекта планируется в 2012 г., затем он будет передан на государственную экспертизу.

— В рамках проекта доведения Чебоксарского водохранилища до отметки 68 м что технологически предстоит сделать на Чебоксарской ГЭС, чтобы станция была готова работать при проектной отметке?

Богущ Б. Б.

В рамках проекта, с учетом полученного опыта эксплуатации и современных требований к охране окружающей среды, необходимо будет выполнить ряд работ, таких как:

- Реконструкция сороудерживающих решеток (СУР). Существующая конструкция не в полной мере будет выполнять свое назначение по задержке плавающего мусора. Решить вопрос очистки СУР и утилизации плавающего мусора. Выполненный по проекту грейферный захват показал свою неработоспособность, при этом проблема утилизации отходов, получаемых при очистке СУР, должна решаться комплексно на всех ГЭС.
- Строительство дополнительной секции затворохранилища. В настоящее время часть аварийно-ремонтных затворов (АРЗ) временно хранится в пазах щитового отделения верхнего бьефа, при поднятии уровня верхнего бьефа до проектной отметки все АРЗ щитового отделения с запасной секцией СУР не могут быть размещены в существующем затворохранилище.
- Обеспечить возможность работы гидроагрегатов в режиме СК.
- Выполнить устройство гидроизоляции напорной грани здания ГЭС. После поднятия водохранилища до проектной отметки не исключена возможность фильтрации воды через напорную грань, т. к. за время эксплуатации подобные «гидравлические испытания» не проводились. Необходимо решить вопрос отвода фильтрационных вод с отметок 67,5 и 64,2 м машинного зала.

В результате, мы уверены, что станция, после окончания проекта будет надежно эксплуатироваться на современном техническом уровне.

— В прессе особые споры ведутся вокруг проблемы инженерной защиты территорий вокруг водохранилища. На каком этапе сегодня находится ее решение?

Хазиахметов Р. М.

В результате эксплуатации Чебоксарского водохранилища на непроектной отметке НПУ разрушаются его



Центральный пульт управления

инженерные защиты. Часть системы защит не достроена, что привело к подтоплению 3500 гектаров территории и 536 жилых строений. Значительные средства, вложенные в сооружения портов, причалов, водозаборов, инженерной защиты, рассчитанных на работу при проектной отметке, заморожены.

Значительные объемы земель защищены от затопления путем строительства инженерных защит (дамб, дренажей, насосных станций). В частности, на территории Чувашии построены и эксплуатируются инженерные защиты Сосновской (300 га) и Ядринской сельхознизины (1000 га), на территории Марий Эл — Озеро-Руткинской сельхознизины (3230 га) и района поселка Юрино (2800 га), на территории Нижегородской области — Фокинской (6250 га), Курмышской (5277 га) и Лысковской (2044 га) сельхознизины. В то же время в результате неправильной эксплуатации и отсутствия ухода часть элементов инженерных защит (в частности, дренажи, насосные станции) не функционируют в проектном режиме, что снижает эффективность инженерных защит в целом.

Не решена проблема подтопления заречной части Нижнего Новгорода, где в настоящее время подтоплено около 33% территории. Основная причина этого — неудовлетворительное состояние существующей ливневой и дренажной канализации. Действующая водоотводящая система создавалась еще до строительства Чебоксарского гидроузла (в 30–60 гг. прошлого века) и не имела комплексного характера. Сегодня она требует капитального ремонта и реконструкции независимо от подъема уровня Чебоксарского водохранилища. Проект строительства Чебоксарской ГЭС подразумевал создание дренажной системы для ликвидации существующего и возможного подтопления, однако ее строительство не было завершено.

Обследование сооружений инженерной защиты в Республике Марий Эл, Нижегородской области и Чувашской Республике проводит генеральный проектировщик разработки проектной документации по подъему уровня Чебоксарского водохранилища до НПУ 68 м — ОАО «Инженерный центр энергетики Поволжья». В составе комплексной программы изысканий, разработанной с учетом всех предложений правительства Нижегородской области, обследование территории г. Дзержинска ведет субподрядная организация — ФГУ «Волгагеология». Основная цель обследования — получить объективную информацию по оценке современного состояния грунтовых вод в районе промзоны г. Дзержинска, включая наличие загрязняющих веществ, выявить факторы, влияющие на динамику грунтовых вод в современном состоянии и составить прогноз изменений с учетом повышения уровня воды в водохранилище.

— Особую тревогу вокруг проекта «Отметка 68 м» бьют некоторые экологические центры. Но, как уже было отмечено, реализация проекта будет только на пользу экологической ситуации в Чебоксарском водохранилище. Расскажите, пожалуйста, подробнее об экологических аспектах проекта.

Хазиахметов Р. М.

С каждым годом ухудшается экологическое состояние Чебоксарского водохранилища из-за его непроектной отметки. Из-за мелководий не происходит естественного самоочищения водоема. Прогрев воды в летнее время вызывает бурное «цветение» сине-зеленых водорослей и развитие анаэробных бактерий в зимний период. По обобщенным данным управления Роспотребнадзора по Чувашской Республике, санитарно-эпидемиологическая и экологическая ситуация в акватории водохранилища ухудшается также за счет трансграничного



Чебоксарский гидроузел

переноса сточных вод и загрязняющих веществ, в первую очередь, по рекам Волге и Суре из соседних с Чувашской Республикой регионов. Только с территории Нижегородской области за год сбрасывается около 260 млн м³ сточных вод, с территории Чувашской Республики — около 17 млн м³. Загрязнение органическими веществами привело к появлению в воде посторонних запахов и увеличению цветности в 2 раза. Из-за непроектной отметки водохранилища не организована его водоохранная зона, что ведет к усилению его загрязнения и несанкционированной застройке зоны затопления и подтопления. И все это в условиях, когда Чебоксарское водохранилище является источником водоснабжения крупных населенных пунктов с общей численностью населения свыше 600 тыс. человек. Согласно отчетам Министерства природных ресурсов Чувашской Республики, качество воды в реке Волге на территории республики не соответствует гигиеническим нормативам по ряду санитарно-химических и микробиологических показателей.

Подъем уровня Чебоксарского водохранилища до 68 м может решить вопросы экологии. Экологический эффект будет достигнут за счет уменьшения площади мелководий, сокращения трансграничного переноса загрязняющих веществ. Кроме этого, выход на проектную отметку позволит создать дополнительную полезную емкость водохранилища и регулировать сток Волжского бассейна, минимизировав последствия засух и наводнений. Поднятие уровня водохранилища до проектной отметки позволило бы обеспечить дополнительные 5 куб. км воды и улучшить водообеспечение Волго-Ахтубинской поймы.

Вопросам экологии в ходе разработки проектной документации по Чебоксарскому гидроузлу придается первостепенное значение. При разработке прогноза качества воды в Чебоксарском водохранилище будут учтены современные данные комплексного обследования прилегающей территории и выявлены источники поступления загрязняющих веществ и неочищенных стоков.

— Мы благодарим вас за содержательные, подробные ответы и выражаем надежду, что проект, который поддерживает ОАО «РусГидро», станет действенным решением многолетних проблем Чебоксарского водохранилища.

Примечание редакции: о технических решениях по оборудованию Чебоксарской ГЭС читайте в следующем материале специалистов СКБ «Гидротурбомаш».

РЕКОНСТРУКЦИЯ ГИДРОТУРБИН ЧЕБОКСАРСКОЙ ГЭС

Пеклер К. В.,
зам. главного конструктора СКБ «Гидротурбомаш» по проектно-конструкторским работам

Иванов С. В.,
начальник сектора прочностных расчетов СКБ «Гидротурбомаш»

Сапроненко Ю. В.,
начальник сектора поворотных и насос-турбин СКБ «Гидротурбомаш»

Целью реконструкции турбин Чебоксарской ГЭС является обеспечение экологической чистоты и надежной работы в заданном диапазоне напоров и мощностей.

1. Описание проекта реконструкции РК Чебоксарской ГЭС

Основные параметры турбины:

- ♦ Напор, м:
 - максимальный H_{max} 18,6
 - расчетный H_p 12,4
 - минимальный H_{min} 6,5
- ♦ Номинальная мощность N , МВт
 - при H_p 80,5
- ♦ Частота вращения n , мин⁻¹:
 - номинальная 57,7
 - разгонная 119
- ♦ Диаметр рабочего колеса, м 10

Техническим заданием предусмотрено полное отсутствие протечек масла в реку. Это может быть обеспечено только отсутствием масла в системе механизма поворота лопастей.

При этом гарантируются следующие показатели надежности:

- ♦ гарантийный срок эксплуатации — 3 года;
- ♦ срок службы уплотнений лопастей — 7 лет;
- ♦ срок службы защитных покрытий — 20 лет;
- ♦ срок службы поставленного модернизированного оборудования — 20 лет.

Для обеспечения этих показателей главной задачей является определение остаточного ресурса всех элементов механизма поворота лопастей рабочего колеса, работающих в условиях коррозионного воздействия. Учитывая тот факт, что оборудование на момент начала работ уже отработало основную часть своего назначенного ресурса, это потребовало его замены либо модернизации.

К вновь изготавливаемому оборудованию относятся (рис. 1):

- ♦ днище рабочего колеса;
- ♦ рычаги;
- ♦ подшипники механизма поворота лопастей;
- ♦ уплотнение фланцев лопастей;
- ♦ шпонки крестовины;
- ♦ пальцы серег;
- ♦ шпонки рычагов и лопастей;
- ♦ закладные кольца штока;
- ♦ стакан;
- ♦ поршневые кольца;
- ♦ крепежные детали.

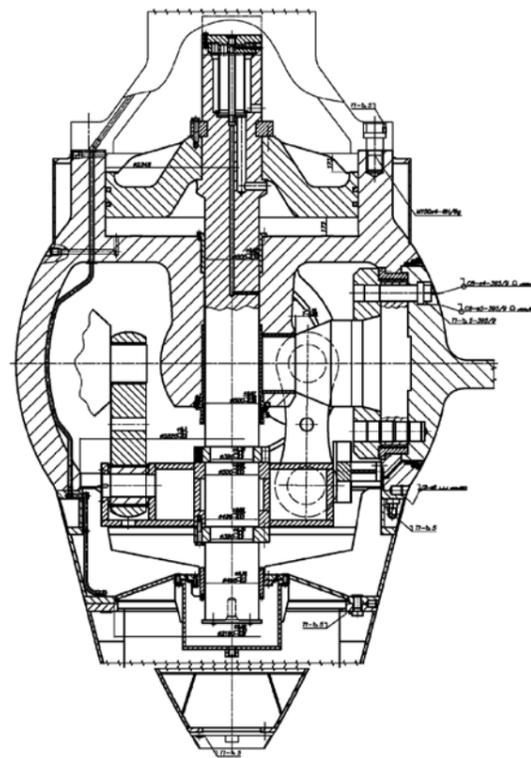


Рис. 1. Рабочее колесо Чебоксарской ГЭС

К деталям, подвергающимся частичной модернизации и ремонту, относятся:

- ♦ корпус рабочего колеса;
- ♦ лопасти рабочего колеса;
- ♦ обтекатель рабочего колеса;
- ♦ шток;
- ♦ цапфы;
- ♦ серьги;
- ♦ крестовина.

Остальные детали существующего рабочего колеса используются без доработки.

Все втулки подшипников механизма поворота лопастей изготавливаются заново. Средняя и верхняя втулки штока, работающие в масле, выполняются из бронзы. Остальные втулки трения механизма поворота лопастей рабочего коле-

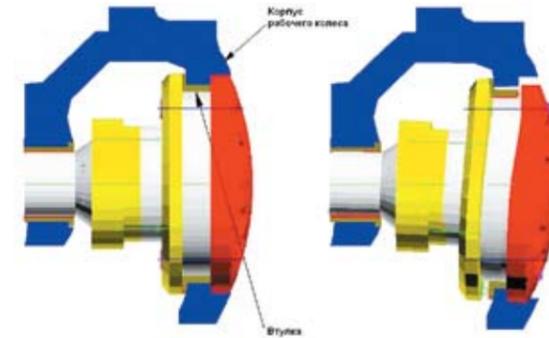


Рис. 2. Деформация деталей механизма поворота лопастей в процессе нагружения

са, а также планки, установленные на направляющих шпонках крестовины, выполняются из композитного материала УСЭК. Материал контртела — нержавеющая сталь. Узлы трения могут эксплуатироваться в воде или в воздухе.

Существующая конструкция уплотнений лопастей заменяется на принципиально новую. В качестве уплотнительных элементов применяются уплотнения типа Garlock Double Acting. Данная конструкция уплотнений обеспечивает возможность замены уплотнительных манжет без выема лопастей рабочего колеса.

Лопастей рабочего колеса используются существующие. Поверхности фланцев лопастей, контактирующие с манжетами уплотнений лопастей, механически обрабатываются.

Цапфы рабочего колеса в зоне подшипников облицовываются нержавеющей сталью с последующей механической обработкой. Совместно с новым рычагом растачиваются отверстия под шпонки.

В существующие серьги устанавливаются новые втулки. Все поверхности деталей рабочего колеса (за исключением деталей, изготовленных из нержавеющей стали), не контактирующие с другими деталями, покрываются многослойными коррозионно-стойкими покрытиями.

Основные проблемы экологически чистых рабочих колес (отсутствие масла в механизме) состоят в создании антифрикционных материалов для больших удельных давлений и обеспечения коррозионно-усталостной прочности механизма поворота лопастей.

Результаты исследований и опыт эксплуатации экологически чистых безмасляных рабочих колес показали, что при выборе антифрикционных материалов недостаточно основываться на результатах классического лабораторного исследования (коэффициент трения, износ, водопоглощение и др.). Необходимо также учитывать реально действующие нагрузки, деформацию деталей механизма поворота и условия натурной эксплуатации (рис. 2).

На турбинах крупных размеров хорошо себя зарекомендовал материал УСЭК (углестеклоэпоксидная композиция).

В частности, УСЭК успешно эксплуатируется более 10 лет на агрегатах каскада Волжских ГЭС ($D_1 = 9,3$ м, $N_{max} = 126$ МВт, $H_p = 19$ м), на четырех агрегатах Нижне-Камской ГЭС ($D_1 = 10,0$ м, $N_{max} = 80,5$ МВт, $H_p = 12,4$ м), а также на гидроагрегатах других станций с меньшим диаметром. Как показали структурные исследования, УСЭК имеет сложное слоистое строение.

Благодаря этому, он обладает уникальным комплексом трибологических свойств и по совокупным показателям превосходит существующие аналоги. В частности, для материала УСЭК перекосы механизма поворота не приводят к увеличению коэффициента трения.

Коррозионно-усталостная прочность пальца рычага

Критическим элементом механизма поворота лопастей, работающего в условиях коррозионной среды (вода-воздух), является палец рычага.

Коррозионно-усталостная прочность пальца рычага проверяется при угле установки лопасти $\phi = 28^\circ$. Статические напряжения в пальце при этом угле меняются по данным натурных испытаний в пределах

$$\sigma_{\text{стат}}^{\text{max}} = \frac{P_c \times L}{W} = \frac{100 \cdot 10^3 \times 16,9}{4135} = 409 \text{ кгс/см}^2 \text{ (40,9 МПа)},$$

где L — половина высоты пальца; W — момент сопротивления пальца.

Циклические напряжения σ_a в пальце равны

$$\sigma_a^{\text{max}} = \frac{P_d \times L}{W} = \frac{70 \cdot 10^3 \times 16,9}{4135} = 285 \text{ кгс/см}^2 \text{ (28,5 МПа)},$$

где P_d — циклическая составляющая нагрузки при угле установки лопасти $\phi = 28^\circ$ по данным испытаний.

Эффективные удельные давления на втулку пальца рычага

$$P_{\text{ул}} = \frac{P_{\text{max}}}{d_p \cdot 2L} = \frac{270 \cdot 10^3}{34,8 \cdot 32,9} = 235 \text{ кгс/см}^2 \text{ (23 МПа)}$$

Данные по удельным давлениям на втулки трения механизма поворота лопастей приведены в таблице.

Наименование узла	Удельное давление, МПа
Втулка пальца рычага	23
Втулка цапфы лопасти $d = 500$ мм	21
Втулка цапфы лопасти $d = 1520$ мм	15

Из расчета следует:

- ♦ Запас по коррозионно-усталостной прочности пальца рычага равен $n = 4,27$, что обеспечивает надежную работу в течении нормативного срока службы.
- ♦ Удельные давления на втулках трения механизма поворота не превышают допустимые значения, равные 40 МПа (400 кгс/см^2) для втулки из материала УСЭК.

В настоящее время один гидроагрегат модернизирован и находится в эксплуатации с 2008 г., два гидроагрегата находятся в стадии изготовления и монтажа.



КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ДЛЯ ЧЕБОКСАРСКОЙ ГЭС И ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА



Андреев В. С.,
ген. директор ООО «НПО «Каскад-ГРУП»

Целью энергетической политики России является максимальное использование природных энергетических ресурсов и потенциала энергетического сектора для устойчивого роста экономики, повышения качества жизни населения и укрепления внешнеэкономических позиций страны. В этой связи вопросы повышения технического и технологического уровня объектов гидрогенерации и обеспечение надежной инженерной защиты водохранилищ являются важнейшими задачами.

Одним из активных участников реконструкции, технического перевооружения Чебоксарской ГЭС и капитальных ремонтов электрооборудования насосных станций инженерной защиты Чебоксарского водохранилища является «Научно-Производственное Объединение «Каскад-ГРУП», г. Чебоксары.

Специалистами группы предприятий «Каскад» совместно с системными партнерами разработана, изготовлена, смонтирована на основном оборудовании Чебоксарской ГЭС и введена в эксплуатацию система автоматизированного управления гидроагрегатами (САУ ГА) на основе программно-технического комплекса (ПТК) «Волна» (свидетельство об утверждении типа СИ RU.C.34.004.A № 40265, зарегистрирован в Госреестре РФ под номером № 44716-10). Кроме этого, для нужд станции разработаны и внедрены: информационно-измерительная система состояния гидротехнических сооружений, система центральной сигнализации, АСУТП верхнего (станционного) уровня, интегрирующая наряду с САУ ГА сигналы основных агрегатных подсистем микропроцессорных РЗА генераторов и трансформаторов, возбуждения генераторов, постоянного тока. В связи с необходимостью обеспечения надежной эксплуатации основного технологического оборудования станции проводятся работы по реконструкции автоматических пожарных защит, систем сигнализации и оповещения.

В рамках работ по капитальному ремонту насосных станций инженерной защиты в сотрудничестве с ГФУ по обеспечению инженерных защит по Нижегородской области и ГФУ по обеспечению инженерных защит по Республике Марий Эл специалистами группы предприятий «Каскад» выполнена проектно-сметная документация более половины насосных станций инженерной защиты Чебоксарского водохранилища. С учетом требований безопасности и эффективности управления насосными станциями разработаны типовые решения, современные комплектные изделия автоматики и распределения электрической энергии высокой заводской готовности. Реконструкция систем освещения, молниезащиты, электроснабжения, силового электрооборудования, отопления и вентиляции, дренажной и вакуумной систем, автоматических пожарных защит, наряду с построением современных АСУТП насосными станциями с элементами защиты и диагностики оборудования, обеспечивает безопасность как работы обслуживающего персонала, так и эксплуатации технологического оборудования, увеличивает межремонтный срок работы электромашин и насосного оборудования.

**КАСКАД
ГРУП**

428022 г. Чебоксары, пр. Машиностроителей, 1
Тел. +7 (8352) 22-34-32, факс +7 (8352) 63-48-38
www.kaskad-asu.com
E-mail: Andreev@kaskad-asu.com



ЗАЩИТА ЗАРЕЧНОЙ ЧАСТИ г. НИЖНИЙ НОВГОРОД ОТ ПОДТОПЛЕНИЯ



Ленченко Н. Н.,
канд. геол.-минерал. наук,
главный специалист ЗАО
«Институт Геостройпроект»

Чебоксарский гидроузел является пятой, завершающей ступенью Волжского гидроэнергетического каскада. Водохранилище Чебоксарской ГЭС с НПУ 68,0 м проектировалось с целью создания в европейской части Российской Федерации единого глубоководного пути с гарантированной судовой глубиной 4 м, а также регулирования стока р. Волги в интересах энергетики, сельского хозяйства и водоснабжения населения. При эксплуатации с НПУ 68,0 м подпор будет распространяться до плотины выше расположенного Нижегородского гидроузла. В районе Нижнего Новгорода межуровень составит 68,4 м, что на 1,9 м выше межуровней в настоящее время.

Нижний Новгород — город в России, административный центр Нижегородской области, центр и крупнейший город Приволжского федерального округа. Расположен в центре Восточно-Европейской равнины на месте слияния рек Волги и Оки и делится на две части: восточную — возвышенную (Нагорную) и западную — низинную (Заречную).

Заречная часть, или «Заречка», — низинная часть города (в отличие от расположенной на холмах Нагорной), до XIX в. во время весеннего таяния льдов ее сооружения часто заливались водой.

Проблема подтопления Заречной части Нижнего Новгорода обозначилась в 30-х гг. прошлого века, когда шло активное освоение этой территории под строительство автозавода.

В 1936 г. «Ленгидропроект» в рамках обследования территории была выполнена пьезометрическая сеть, состоящая из 92 пьезометров. В последующие годы наблюдения за уровнем подземных вод велись на регулярной основе, при этом число пьезометров в разные годы изменялось от 130 до 80 шт.

Для снижения уровня грунтовых вод в послевоенные годы было выполнено несколько дренажных каналов, в частности Шуваловский и Восточный.

В 60–70 гг. институтом «Гипрокоммунстрой» была разработана схема инженерной подготовки, в которой предусматривалось общее благоустройство городской территории и определена система ее дренирования с помощью сети каналов, расчистки рек и намыва территории до незатопляемых отметок. На участках впадения в р. Оку реки Ржавки и Юго-Западного канала, а также на Мещерской низине были пред-



Монахов С. А.,
инженер ЗАО «Институт
Геостройпроект»

усмотрены защитные дамбы и насосные станции, строительство которых не осуществлено до сих пор.

Позднее были запроектированы и выполнены дополнительные каналы, в частности, Сормовский, и коллектор для спуска воды из Шуваловского канала в р. Ржавку. Дальнейшее устройство дренажных систем по различным причинам не выполнялось.

В настоящий момент ЗАО «Институт Геостройпроект» выполняет комплекс работ по определению дополнительного подтопления Заречного района, связанного с завершением строительства Чебоксарской ГЭС, и комплекс мероприятий по защите района от подтопления.

Геологическое строение территории достаточно выдержано по площади и представлено мощной толщей песчаных отложений четвертичного возраста, подстилаемых глинами пермской системы. В верхней части разреза пески от мелко- до среднезернистых относятся к пляжной фации, в нижней — от разно- до крупнозернистых — к русловой фации. Общая мощность песков 25–32 м. По контакту слоев на большей части территории отмечается наличие суглинистых прослоев мощностью от 1–2 до 4–6 м.

Гидрогеологическое строение района исследований характеризуется наличием четвертичного водоносного горизонта и верхнепермского водоносного комплекса, отделенного от верхнего горизонта мощной толщей глин и не оказывающего влияния на подтопление города.

Четвертичный горизонт получает питание за счет инфильтрации атмосферных осадков, утечек из водонесущих коммуникаций и притока из рек Волги и Оки в период высоких паводков. Разгрузка комплекса осуществляется в русла рек Волги и Оки в период межени, в русла речек, каналов, за счет испарения, родников, а также перетоком в нижележащий водоносный горизонт.

На первом этапе работы выполнено составление математической модели движения подземных вод в водоносном горизонте, распространенном в пределах рассматриваемой территории. Для точного воспроизведения природных условий была проанализирована вся доступная информация по геологическому и гидрогеологическому строению территории, полученная за последние 70 лет.

Результатом работы явилось построение карт кровли водоупорных отложений пермского возраста, подошвы и мощ-

ности слоя суглинистых отложений в толще четвертичных отложений и принятие за основу карты уровней подземных вод, построенной на ноябрь 1993 г. Выбранный период соответствует среднестатистическим условиям по величине осадков, положению уровня рек Волги и Оки, стабильным уровням в пьезометрических скважинах. Анализ многолетнего периода наблюдений не выявил значимого тренда в изменении положения уровней в меженный период. Общая изменчивость уровня подземных вод носит ярко выраженную сезонную цикличность, в которой пикам уровней соответствуют периоды снеготаяния и максимальных осадков.

Все полученные данные были загружены в программу гидрогеологического моделирования Modflow. После загрузки всех данных на модели была воспроизведена гидрогеологическая ситуация, соответствующая межённому периоду при существующем наполнении водохранилища. В процессе решения этой задачи были уточнены параметры водоносных горизонтов, величины инфильтрационного питания и стока. Правильность решения поставленной задачи подтверждает совпадение модельных и фактических уровней грунтовых вод.

Далее был выполнен анализ подтопления Заречной части города. Поскольку подтоплением, согласно нормативам, является несоблюдение требуемой глубины до уровня подземных вод, было выполнено районирование территории города по величине дефицита нормы осушения — разницы между существующим и требуемым уровнем подземных вод. Со-

гласно СНиП 2.06.15 «Инженерная защита территорий», минимальная глубина до уровня воды была принята:

- ♦ для парков, садов и скверов — 1 м;
- ♦ для жилой застройки — 2 м;
- ♦ для промышленных территорий — 3 м.

Совмещением схемы районирования и глубин залегающего уровня была построена карта подтопления территории (рис. 1). На карте зеленым цветом отмечены благополучные участки, желтым и коричневым — зоны, в которых отмечается подтопление, с указанием величины превышения уровня над нормой.

Одной из основных задач работы являлось определение дополнительного подтопления территории при поднятии уровня водохранилища до НПУ 68,0 м. При этом в створе Н. Новгорода уровень воды в межень ожидается на отметке 68,4 м.

По результатам расчета, по ранее описанной методике была построена карта подтопления территории при НПУ 68,0 м с учетом требований СНиПа к норме осушения. Площадь подтопления Заречной части города в меженный период увеличивается с существующих 26,5%, до 35,56% (рис. 2).

Для предотвращения подтопления Заречной части города предполагается устройство двух новых протяженных каналов, которые ограничат участок с запада и северо-запада, уменьшив, таким образом, приток со стороны области питания, расположенной в зоне лесов и болот за пределами горо-

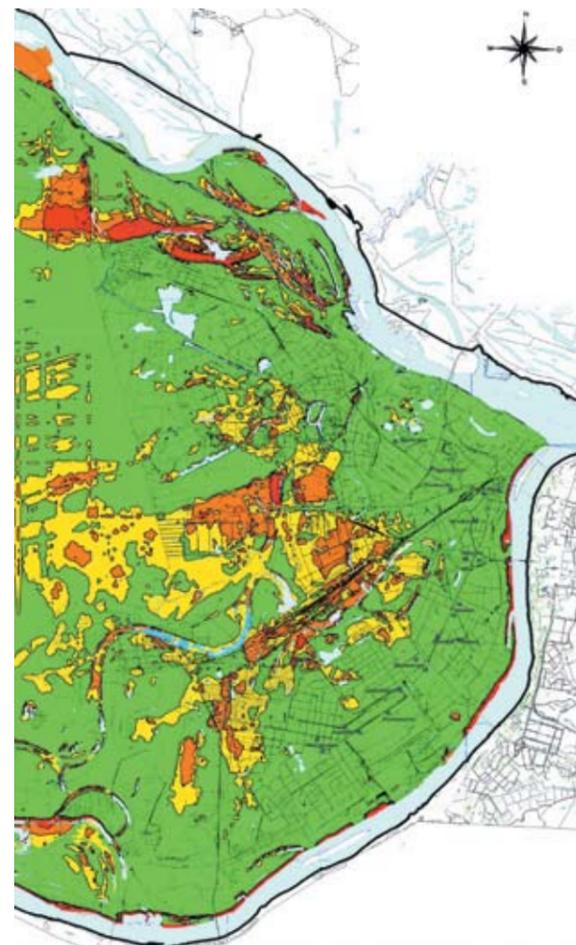


Рис. 1. Существующие условия

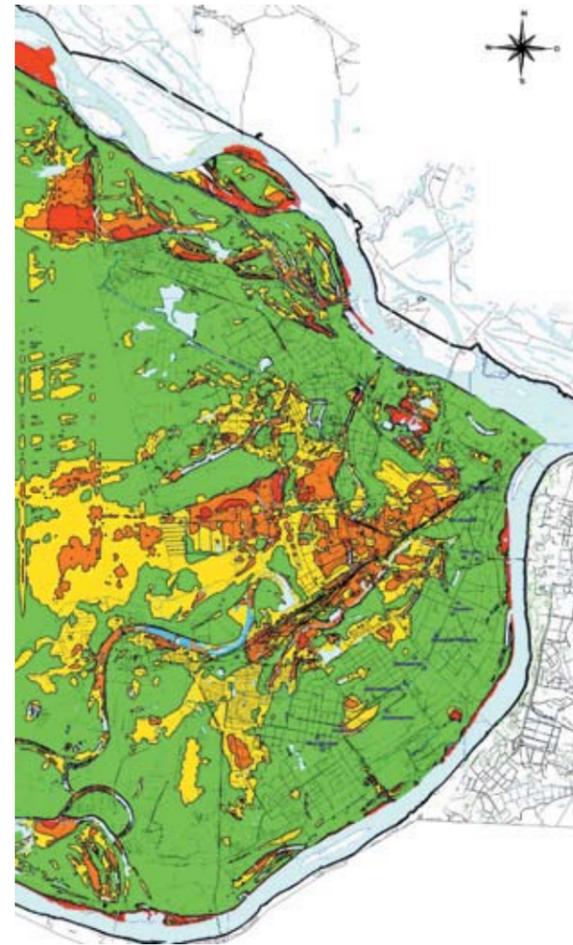


Рис. 2. НПУ 68

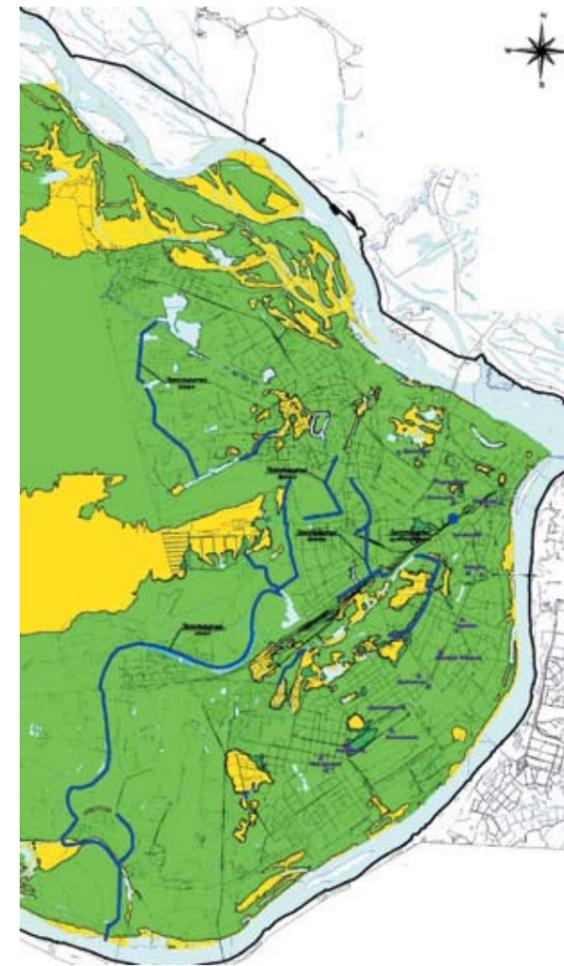


Рис. 3. Защита от подтопления

да. Профилирование части существующих каналов позволяет добиться понижения базиса дренирования (уровня) каналов и рек в центральной части территории и уменьшения инфильтрационного питания водоносного горизонта. Для двух зон в центре района, находящихся в наиболее тяжелых условиях по уровням грунтовых вод, предполагается устройство галерейного дренажа глубокого заложения. Локальные участки с площадью до 1 км² предусмотрено осушать с использованием лучевого дренажа. Расход дренажного стока при этом увеличится более чем в два раза — с 25 до 53 тыс. м³/сут. Для обеспечения функционирования системы потребуется устройство семи насосных станций суммарной потребляемой мощностью 276 кВт.

Новые каналы имеют суммарную протяженность порядка 40 км и обеспечивают понижение уровня на 2–4 м. Каналы предполагается выполнить самотечными, с промежуточными устройствами регулирования и поддержания расчетного положения уровня воды в них.

Для понижения уровня воды в существующих каналах центральной части Заречья (Сортировочный, Шуваловский и Восточный) предполагается их перепрофилирование, углубление дна, реконструкция существующих пересечений с транспортными магистралями, а на участках, где это невозможно, организация перекачивающих насосных станций. Расчетные сечения каналов и производительность насосных станций обеспечивают пропуск и перекачку, помимо дренаж-

ного стока, стоков от ливневой канализации, согласно перспективному плану развития, принятому в городе.

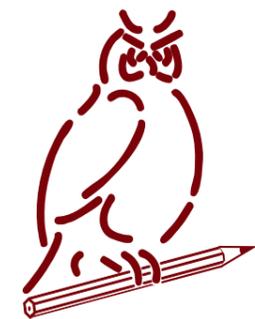
Галерейный дренаж в условиях плотной городской застройки предполагается выполнить методом микротоннелирования на глубине порядка 10 м, что позволяет избежать пересечений с существующими инженерными коммуникациями. Галерея выполняется полнопроходной, с внутренним диаметром 2000 мм, с освещением и вентиляцией. Для обеспечения дренирования в галерее устраиваются дренажные скважины двух типов — с забивными фильтрами и с фильтрами повышенной проницаемости, устраиваемыми с поверхности земли. За счет заглубления галереи скважины обеспечивают самотечное поступление воды в нее и ее отвод к насосным станциям. Сброс воды осуществляется в русла рек Левинки и Параша.

Лучевой дренаж выполняется методом горизонтального направленного бурения из опускных колодцев, выполняющих роль насосных станций. Насосные станции — полностью заглубленные и имеют диаметр 4,0 м, что позволяет разместить их практически в любом месте.

Эффективность устройства инженерно-технических мероприятий была проверена и подтверждается на созданной модели движения подземных вод. Реализация всех предусмотренных мероприятий позволяет сократить площадь подтопления до 4–5%, что обеспечивает нормальное функционирование территории (рис. 3).

Таким образом, работы, предусмотренные в связи с поднятием уровня водохранилища, способствуют решению застарелой проблемы подтопления территории Заречья. В рамках реализации программы защиты предусматривается реконструкция более чем 15 существующих пересечений каналов с автодорогами, большая часть которых в настоящий момент находится в неудовлетворительном состоянии, прочистка, углубление и приведение в порядок более 20 км существующих водотоков. Основным же плюсом является сокращение площади подтопления с существующих 26,5% до 5%, притом что большая часть осушаемой территории расположена в жилой зоне.

Эффективность всех разрабатываемых мероприятий заметно снижает отсутствие полноценной системы ливневой канализации на территории района. В настоящее время дождевые воды застаиваются в наиболее пониженных, и без того проблемных участках, обеспечивая подпитку и еще большее поднятие грунтовых вод и, следовательно, подтопление района. Дополнительное понижение уровня грунтовых вод только от устройства ливневой канализации и связанного с этим уменьшения инфильтрационного питания составляет от 0,3 до 0,6 м.



ЗАО «ИНСТИТУТ ГЕОСТРОЙПРОЕКТ»
 115114 Москва, Кожевничевский пр., д. 4, стр. 2
 Тел./факс (495) 781-8241
 E-mail: gsp@geosp.ru, www.geosp.ru

ОБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ОПОЛЗНЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ И ПРОЦЕССА ПОДТОПЛЕНИЯ НА БЕРЕГАХ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Егоров С. П.

Справка редакции

Сергей Петрович Егоров как профессиональный инженер-гидротехник более 40 лет занимается проблемами Чебоксарского водохранилища. С 1970 г. он участвовал в инженерных изысканиях и разработке проекта, будучи специалистом Куйбышевского филиала института «ГИДРОПРОЕКТ» — генерального проектировщика Чебоксарской ГЭС. С 1993 г. решал проблемы водохранилища в качестве сотрудника Верхне-Волжского БВУ, курируя в том числе и экологические вопросы по Чувашской Республике.

Оползни как естественный процесс на берегу реки Волги

У общности, да и в административных кругах Республики Марий Эл и Нижегородской области сформировалось мнение, что в связи с созданием Чебоксарского водохранилища резко возросло количество оползней на высоком склоне правобережья Волги.

Действительно, на отдельных участках берега наблюдаются оплывины и мелкие оползни, но они затрагивают лишь нижнюю и очень редко среднюю части волжских склонов. За 30 лет не произошло ни одного оползня, который затронул бы весь склон, включая и его прибрежную часть. При этом не пострадали ни жилищные строения, ни люди. Как бы парадоксально ни звучало, наиболее крупные оползни происходили в историческом прошлом, еще до создания Чебоксарского водохранилища. Вот только два характерных примера.

21 февраля 1974 г. Город Горький (ныне Н. Новгород). Левобережное примыкание Молитовского моста. Объем оползших масс грунта — около 100 тыс. м³. Перекрыто движение автотранспорта по федеральной трассе Москва — Уфа. Были повреждены высоковольтная и трамвайная линии. Был опрокинут трамвай. Человеческих жертв удалось избежать. Работы по ликвидации оползня и планировке склона в объеме 180 тыс. м³ шли круглосуточно в течение месяца; работали десятки экскаваторов и бульдозеров, полсотни большегрузных самосвалов.



Поселок Васильсурск. 03.01.1980 г. Надвиг оползших масс грунта на катер

16 декабря 1979 г. Поселок Васильсурск. Объем оползня — около 800 тыс. м³. Оползнем было затронуто 146 жилых домов. Пришлось переселить жителей там же, но на безопасное место, на коренное плато, и в райцентр — п. Воротынец.

Еще раз подчеркну, что эти крупные оползни произошли еще до создания Чебоксарского водохранилища и, что удивительно, в зимнее время.

Ситуация с оползнями зависит от множества факторов, основными из которых являются специфические для этих участков природные условия. Установлено, что соотношением между крутизной и высотой склона автоматически учитывается весь сложный комплекс геологических, гидрогеологических, геотехнических, климатических и прочих условий. Поэтому крутизна склона — величина не постоянная, и она может меняться во времени в результате ухудшения прочностных характеристик грунтов, особенно при наличии в разрезе склона пластичных глин. Этот процесс может быть ускорен в результате подмыва или подрезки склона, а также водонасыщения грунтов концентрированными потоками поверхностных ливневых и сточных вод. Одним словом — в результате нарушения равновесия сил во времени, которое обеспечивает неподвижность склона. Согласно учению Дэвиса (США) о пенеппенизации, все возвышенные участки земли под внешним воздействием в перспективе выравниваются, но рельеф земного шара из-за внутренних сил никогда не приобретает вид плоской рав-



Там же. Сдвигка фундамента дома № 8 по ул. Урицкого. У фундамента — С. П. Егоров



Город Горький. 22.02.1974 г. Оползень перекрыл автодорогу М-7 у Молитовского моста



Там же. Работы по выемке оползших грунтов и улоаживание склона. На переднем плане — опрокинутый оползнем трамвай

нины. Боковая эрозия рек, ветровая переработка берегов водохранилищ или искусственная подрезка склона могут лишь ускорить этот процесс.

О подтоплении лесных массивов Волжско-Ветлужской низины

Если сам факт подтопления прибрежной территории Чебоксарского водохранилища, т. е. подпор уровня подземных вод, признается всеми, то при определении его причин и масштабов мнения расходятся. Местные власти, да и сами жители городов и деревень, связывают их только с созданием Чебоксарского водохранилища. Таким подходом «грешат» даже ученые умы. В 1989 г. на страницах газеты «Советская Россия» была напечатана статья Алексева И. А. со схемой, на которой была обозначена граница подтопления марийских лесов на расстоянии 20–30 км от уреза воды в Чебоксарском водохранилище. Более того, автор все это увязал с гибелью сосновых посадок, с появлением корневой губки. Если сопоставить карты лесоустройства 1953 и 1989 гг., то и раньше, как и сейчас, здесь расположены сфагновые верховные болота, где собирали и продолжают собирать клюкву. А граница подпора уровня грунтовых вод, по данным натурных наблюдений по пьезометрам, не превышает 2–3, максимум 5 км. Повсеместную очаговую гибель канадские фитопатологи объясняют человеческим фактором, а именно резким увеличением выбросов промпредприятиями, а также необдуманными агротехническими приемами — к примеру, посадкой монокультур из отдельных видов деревьев, в частности, саженцев сосны, без анализа почвенно-климатических условий данного участка земли, где раньше, до вырубki делянки, росли только осина и береза. Молодые саженцы сосны при этом получают так называемый экологический стресс, и начинается массовая болезнь корневой системы, в т. ч. и развитие корневой губки.

О причинах подтопления Заречной части Нижнего Новгорода

Проблема подъема уровня грунтовых вод, в т. ч. подтопления жилых домов и промпредприятий Заречной части Нижнего Новгорода, — одна из самых острых. Подтоплено примерно 2500 га, включая около 2000 домов. Если сопоставить карты гидроизогипс разных лет, начиная с 1956 г., т. е. еще до создания Горьковского водохранилища, были уже подтоплены участки в Заречной части города. Со временем, включая и годы эксплуатации Чебоксарского водохранили-

ща, площадь подтопления резко возрастает, и в настоящее время она имеет поступательный характер. Причин много, поскольку этот процесс многофакторный, основными факторами являются:

- Отсутствие организованного сбора и отвода ливневых сточных вод.
- Отсутствие единой дренажной системы; отдельные открытые дренажные каналы (Сормовский, Шуваловский, Восточный и Юго-западный) без дрен принудительного характера и насосных станций не эффективны, т. к. они понижают уровень грунтовых вод на локальных участках и притом лишь узко линейно, т. е. не достигается площадное снижение грунтовых вод.
- Дренирующая роль естественных водотоков (рек Параша, Левинки, Борзовки, Хальзовки, Ржавки и Черной) сведена к минимуму необдуманными действиями различных организаций при попустительстве местных органов власти. К примеру, Параша с Левинкой на всем своем протяжении имеют 20 запруд в виде земляных плотин для проезда автотранспорта и укладки различных коммуникаций (газ, телефон и т. д.).
- Наземная система автотрасс в виде насыпей местами играет роль земляных плотин для сбора ливневых сточных вод.
- Подземная система метро Нижнего Новгорода, построенная параллельно реке Оке, играет роль противотрационной завесы, т. к. она уложена поперек потока свободного дренирования грунтовых вод.
- Отсутствие единой системы вертикальной планировки этой низменной части города: каждое предприятие старается уйти как можно выше от уровня грунтовых вод путем локальной подсыпки грунта «под себя» и сбрасывания отработанной воды «от себя» на рельеф местности, не думая о том, что в результате этого страдают соседи.

Таким образом, в уже сложившихся сложных гидрогеологических условиях необходимо принять комплексный план мероприятий по площадному снижению уровня грунтовых вод в Заречной части Нижнего Новгорода. Городу предоставлен уникальный исторический шанс решить свои городские проблемы за счет федерального бюджета. Если не будет принято решение о подъеме уровня воды до проектной отметки, то придется все равно решить эту проблему нашим потомкам, но уже за счет городского бюджета, и этот процесс затянется на многие десятилетия.

ЗАО «ПИРС»

В 70-х гг. прошлого столетия Горьковским отделением Гипроречтранса был выполнен большой объем проектно-изыскательных работ по транспортному освоению Чебоксарского водохранилища. Судовые ходы по документации с учетом эксплуатации при временной отметке 63,0 м были выполнены силами Волжского бассейнового управления пути, а часть причалов, пристаней и паромных переправ были построены силами ПСО-12 треста «Волгодонгидрострой». Это причалы Горьковского пассажирского порта, пристаней Работки, Лысково, паромной переправы Лысково — Валки.

Другим подразделением треста «Волгодонгидрострой» были построены причалы грузовые и пассажирские Козьмодемьянского порта, Чебоксарского порта, пристани Юрино. Все эти объекты были построены с учетом полного наполнения Чебоксарского водохранилища, т. е. на отметке НПУ 68,0 м.

Таким образом, вот уже 30 лет эти «памятники» стоят на сухом.

В 2010 г. по договору с ОАО «ИЦЭ» Поволжья ЗАО «ПИРС» была дана работа по проведению обследования существующих водотранспортных гидротехнических сооружений для завершения разработки проектной документации «Строительство Чебоксарской ГЭС на р. Волге в части, касающейся поднятия уровня Чебоксарского водохранилища до отметки НПУ 68,0 м».

В результате обработки и анализа собранных материалов при разработке «Схемы транспортного освоения водохранилища Чебоксарской ГЭС» определен уточненный перечень существующих, запроектированных, но не построенных гидротехнических сооружений водного транспорта в зоне влияния водохранилища Чебоксарской ГЭС с НПУ 68,0 м.

Наименования объектов даны по фактической принадлежности или наименованию эксплуатирующей организации в настоящее время.

Краткая характеристика существующих гидротехнических сооружений водного транспорта включают в себя данные по простым решениям в части пассажиро- и грузооборота, количества и протяженности причалов и технологических решений. Приведены материалы по визуальному обследованию гидротехнических сооружений.

Теперь дело не за большим — принять решение о поднятии уровня Чебоксарского водохранилища до отметки 68,0 м, приступить к проектированию и строительству объектов.

ЗАО «ПИРС»

606000 Нижегородская область,
г. Дзержинск, Речное ш., д. 3
Тел. (8313) 29-29-58, факс (8313) 29-29-63
E-mail: pirs@pirsnn.ru, pirsnn@yandex.ru
www.pirsnn.ru

ЧЕБОКСАРСКАЯ ГЭС ГОТОВА ОПОВЕЩАТЬ НАСЕЛЕНИЕ О ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

ОАО «Русгидро» уделяет большое внимание надежности гидротехнических сооружений, повышению мер безопасности населения, своевременному прогнозированию и предотвращению возможных чрезвычайных ситуаций. Одним из важнейших средств обеспечения безопасности на любом объекте является локальная система оповещения (ЛСО), основное назначение которой — своевременная передача информации о возникновении затоплений и прочих возможных чрезвычайных ситуаций. В повседневной жизни система оповещения может быть применена для трансляции экстренных и информационных сообщений, поиска и вызова нужного человека на объекте. Однако приоритетное назначение системы оповещения — это своевременное информирование людей о пожаре, затоплении или возникновении других чрезвычайных ситуаций, которое осуществляется передачей звуковых сигналов, сообщений и сирен.

Чебоксарская ГЭС располагается в Чувашской республике и стала первым предприятием в своем регионе, которое внедрило локальную систему оповещения населения о возникновении аварий на гидротехнических сооружениях Чебоксарского гидроузла с угрозой затопления территорий в нижнем бьефе. Данная система оповещения спроектирована и введена в эксплуатацию специалистами ЗАО НПО «Сенсор» и является наиболее современной. Примененное оборудование разрабатывалось с учетом последних требований МЧС России. Сигналы — речевое оповещение и включение сирен — передаются по IP-каналам, что является наиболее надежным и качественным способом обеспечения непрерывности работы ЛСО. Система может функционировать в любых погодных условиях, оборудована источниками бесперебойного питания, а также способна постоянно передавать на пульт управления сведения о своем состоянии и работоспособности — все эти характеристики говорят о высокой надежности оборудования ЗАО НПО «Сенсор». Работы по проектированию и строительству системы на Чебоксарской ГЭС начались в 2007 г., а в апреле 2009 г. система была введена в промышленную эксплуатацию. Представители ГУ МЧС России по Чувашской Республике дали положительное заключение на эксплуатацию системы. Все это время она работала в экспериментальном режиме. Более чем за год опытной эксплуатации ЛСО показала свою работоспособность и надежность.

Локальная система оповещения позволяет начальнику смены ГЭС своевременно предупреждать население, проживающее в 6-километровой зоне ниже плотины гидроузла, об аварии и угрозе подтопления территорий. Для этого установлены специализированные громкоговорители, которые позволяют услышать звук сирены или голосовое предупреждение об опасности на расстоянии до 2,5 км. Уровень воды фиксируется специальными датчи-



Демонстрация рабочего места оператора локальной системы оповещения (ЛСО)



Измерение превышения сигнала электросирены и речевого сообщения над средним уровнем шума



Датчики ЗАО «НПО Сенсор» на дамбе Чебоксарской ГЭС

ками, и, если он близок к критической отметке, автоматически срабатывает система оповещения руководящего состава, который принимает решение о запуске системы оповещения населения. Границы зоны оповещения определены постановлением Правительства Российской Федерации № 178 от 01.03.1993 г. «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально-опасных объектов».

Для оповещения территории строящегося городского пляжа, коллективного сада «Водник» и района расположения рыбной инспекции посты с динамиками установлены на территории ЗАО «Волга-Босфор». Оповещение коллективного сада «Энергия» осуществляется через рупорные громкоговорители, размещенные на зданиях, принадлежащих Чебоксарской ГЭС. Вначале прозвучит электросирена — сигнал «Внимание всем!», затем будет передано речевое сообщение.

Чебоксарская ГЭС работает не на проектной отметке, поэтому подобная система оповещения более чем актуальна для данного объекта. Локальная система оповещения ЗАО НПО «Сенсор» сопряжена с действующей региональной системой оповещения, построенной на иной аппаратуре. Это дает возможность запускать ЛСО Чебоксарской ГЭС оперативным дежурным ГУ МЧС России по Чувашской Республике. Применение современных цифровых систем позволяет легко обеспечить сопряжение с другой аппаратурой, в случае реконструкции региональной системы оповещения.

Аналогичные системы оповещения населения ЗАО НПО «Сенсор» установило уже на шести станциях ОАО «РусГидро»: Саяно-Шушенской, Жигулевской, Воткинской, Камской и Каскаде Верхневолжских ГЭС (Рыбинская и Угличская ГЭС).



с ен с о р .
МИР ВАШЕГО БИЗНЕСА БЕЗ КАТАСТРОФ

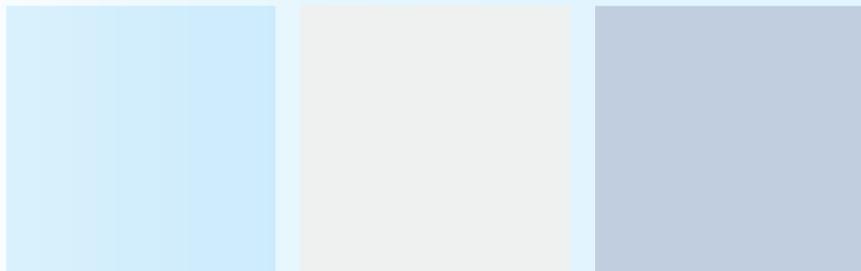
- Системы централизованного оповещения различных уровней
- Многоканальные системы записи диспетчерских переговоров
- Программное обеспечение и услуги по проектированию, монтажу и пусконаладочным работам систем оповещения и систем оперативно-диспетчерского управления

ЗАО НПО «СЕНСОР»
г. Ярославль,
ул. Республиканская, 3
E-mail: info@sensor-m.ru



(4852) 73-73-44, 72-07-45

www.sensor-m.ru



КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ МАТЕРИАЛАМИ MASSCO

Наряду с другими инфраструктурными отраслями, морской и речной транспорт является важнейшим инструментом решения экономических и внешнеполитических задач страны. Обеспечивая транспортную независимость на международном уровне, морской бизнес требует внимания к эксплуатационной надежности и безопасности портовых и других гидросооружений в условиях интенсивного воздействия коррозионно-агрессивной морской атмосферы.

Применяя новейшие технологии, используя зарубежный опыт и внедряя отечественные разработки, компания «Индустриальные покрытия» является надежным производителем и поставщиком технологичных антикоррозионных покрытий **Massco** с высокими эксплуатационными характеристиками. Отличное качество продукции подтверждается собственной лабораторией завода, независимыми испытательными центрами и отраслевыми институтами.

При выборе необходимой лакокрасочной системы для защиты гидротехнических сооружений на первом месте должны стоять критерии качества и соответствия условиям эксплуатации.

Например, для металлической конструкции причальной стенки условно можно выделить три зоны эксплуатации:

1. Зона «брызг» — верхняя часть конструкции, эксплуатирующаяся в условиях сухой и влажной атмосферы.
2. Зона «переменного смачивания» — часть конструкции, находящаяся в условиях переменного уровня воды, испытывающая ледовые нагрузки.
3. Зона «погружения» — постоянный контакт с водой.

При разработке лакокрасочных материалов **Massco** мы учитывали следующие требования:

- высокие механические нагрузки (абразивный износ, ударные нагрузки, устойчивость к перепаду температур);
- ремонтпригодность;
- проведение работ в зимнее время на открытых площадках;
- технологичность материалов;
- повышенные требования по долговечности и внешнему виду лакокрасочных покрытий.

Таким требованиям эксплуатации соответствует лакокрасочная система **Masscopoxy 1264**.

<p>Masscopoxy 1264* Окрасочная система на основе эпоксидного материала. Общая толщина покрытия — 350–400 мкм за 2 слоя.</p> <p><small>* Для ограждающих и других металлических конструкций рекомендуется применение однослойного покрытия Masscopoxy 1264–200 мкм с поверхностным полиуретановым материалом Masscopur 14–50 мкм.</small></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Не требует предварительного грунтования. • За один слой толщина сухой пленки до 300 мкм. • Толерантен к подготовке поверхности. • Может применяться при повышенной влажности. • Наносится при отрицательных температурах от –10 °С. • Высокая стойкость к ударным нагрузкам и абразивному износу. • Высокая стойкость к воде (морской, пресной). • Срок службы 15–20 лет.
---	--

Бетонные конструкции гидротехнических сооружений подвергаются постоянному воздействию морской атмосферы, пресной и соленой воды, поэтому требуют особого внимания к вторичной защите от коррозии. Такие лакокрасочные материалы, как **Masscolat W** и **Masscolan**, сочетают в себе оптимальные требования по паропроницаемости и низкому водопоглощению.

<p>Masscolat W 100% водо-разбавляемый эпоксидный материал. Общая толщина покрытия 120 мкм за 2 слоя.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Высокая паропроницаемость и низкое водопоглощение. • Материал не содержит органических растворителей. • Колеруется в любой цвет по требованию заказчика. • Допускается нанесение на влажное бетонное основание, что является незаменимым при производстве работ на открытых площадках в различных климатических условиях. • Высокая химическая стойкость. • Срок службы 15 лет.
<p>Masscolan Водный эпоксидный материал на основе акрилового латекса. Общая толщина покрытия 120 мкм за 2 слоя.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Быстро высыхает, короткое время до начала эксплуатации. • Высокая атмосферостойкость за счет акрилового сополимера. • Высокая стойкость к широкому ряду химических веществ. • Устойчив к растворам неорганических солей и моющим средствам, воде и минеральным маслам, бензину и др. нефтепродуктам. • Срок службы 15 лет.

Немаловажной задачей является обеспечение гидроизоляции бетонных и железобетонных конструкций — как при новом строительстве, так и при ремонте. Для этих целей компанией «Индустриальные покрытия» был разработан лакокрасочный материал **Masscoren**.

<p>Masscoren Гидроизолирующий защитный состав на основе полимочевины. Общая толщина покрытия 1–3 мм за 1 слой.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Экологическая безопасность — 100%-й сухой остаток. • Не содержит органических растворителей, каменноугольных и сланцевых смол и масел. • Высокая устойчивость к абразивному износу. • Высокая скорость отверждения мастики. • Высокая стойкость к ударным нагрузкам при –50 °С. • Высокая трещиностойкость и термостойкость, вплоть до температуры 200 °С. • Высокая адгезия к бетону и металлу. • Срок службы 15 лет.
---	---

На сегодняшний день рынок богат технологическими решениями и антикоррозионными материалами для защиты и ремонта ГТС, но не все отвечают ожидаемым результатам потребителя.

Компания «Индустриальные покрытия» гарантирует Вам:

- Комплексный подход к решению поставленных задач.
- Качественные лакокрасочные материалы **Massco**.
- Долговременную защиту от коррозии гидротехнических сооружений.
- Производственные мощности и производство на территории РФ, что обеспечивает постоянство ассортимента продукции и гарантию поставок.
- Техническое сопровождение и контроль нанесения покрытия.

Наши специалисты помогут Вам сделать правильный выбор!



ООО «Индустриальные Покрытия»

Производство: Ленинградская обл., г. Никольское, Ульяновское шоссе, д. 5Н, здание 1, лит. Н-1

**Офис продаж: г. Санкт-Петербург, ул. Магнитогорская, д. 51, лит. 3
Тел./факс: (812) 677-5509, (812) 677-5510**

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ СУДОХОДНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ



Пупышев Н. Н.,
зам. начальника Управления капитального строительства ФГУ «Дирекция государственного заказчика программ развития морского транспорта»

Федеральным законом от 21.07.97 № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» предусматривается разработка деклараций безопасности гидротехнических сооружений. При разработке деклараций безопасности производится оценка безопасности гидротехнического сооружения. Ст. 3 федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений» определено, что оценка безопасности гидротехнического сооружения — это определение соответствия состояния гидротехнического сооружения и квалификации работников эксплуатирующей организации нормам и правилам. При оценке безопасности гидротехнического сооружения наиболее важным является технический аспект безопасности, т. е. техническое состояние ГТС.

В настоящее время при оценке безопасности применяются два основных подхода. Первый подход состоит в расчетах риска (вероятности) аварии ГТС, а второй подход основан на использовании результатов натурных обследований и многофакторном анализе безопасности, позволяющем в детерминированной форме оценить уровень риска аварии ГТС. Вероятностная форма оценки безопасности ГТС в большей мере применима для стадии разработки проекта. На стадии эксплуатации большое значение имеют оценки состояния ГТС, выполняемые на основании данных инструментальных и визуальных натурных наблюдений, данных об условиях эксплуатации и т. п.

Прежде всего необходимо остановиться на том, что следует понимать под **аварией** гидросооружения. Гидросооружение строится для выполнения им определенных функций. Причем гидросооружение может выполнять одну или несколько функций. Так, грунтовая дамба выполняет одну функцию — поддерживает уровень верхнего бьефа, а судоходный шлюз выполняет две функции — поддерживает уровень верхнего бьефа и обеспечивает судопропуск. **Под аварией гидросооружения следует понимать неспособность им выполнять одну или несколько своих функций постоянно или длительно.** Если на судоходном шлюзе произошли события, при которых шлюз может поддерживать уровень ВБ, но не может длительно (свыше 72 часов) осуществлять судопропуск, то на данном шлюзе произошла авария.

При таком понимании аварии на ГТС возможны **два вида аварий**. Первый вид представляет собой гидродинамическую аварию, выражающуюся в прорыве напорного фронта. При этом гидросооружение перестает выполнять все свои функ-

ции постоянно или временно до восстановления разрушенного ГТС. Второй вид аварии приводит к невозможности гидросооружением временно (до завершения ремонтных работ) выполнять часть своих функций. При этом оставшуюся часть своих функций гидросооружение выполняет.

Эти два вида аварий имеют различные последствия. Если первый вид аварии (гидродинамическая авария) приводит к прямым ущербам, выражающимся в затоплении территорий, разрушении зданий и сооружений, к человеческим жертвам, то второй вид аварии приводит к косвенным (экономическим) ущербам.

Анализ развития возможных аварий показывает, что на пути гидросооружения от исправного состояния до аварии на нем происходит ряд последовательных событий. Поэтому под **сценарием аварии** следует понимать последовательность событий на гидросооружении или с ним, приводящих к невозможности гидросооружением выполнять одну или несколько своих функций постоянно или временно. Оценку уровня безопасности следует определять для конкретной опасности, которая и описывается сценарием аварии. На гидросооружении возможен ряд сценариев аварий, каждый из которых будет иметь свою оценку уровня безопасности.

При оценке уровня безопасности гидротехнического сооружения наиболее важным является техническое состояние ГТС. Поскольку оценки уровня безопасности гидросооружений определяются для возможных сценариев аварий, то и оценки технического состояния должны определяться для возможных сценариев аварий. Следовательно, гидросооружение будет иметь ряд оценок технического состояния. Эти оценки характеризуют, в какой мере гидросооружение близко к аварии по данному конкретному сценарию аварии.

Определение технического состояния по сценариям аварий позволяет решить вопрос о необходимых наблюдениях за ГТС. Следует отметить, что наблюдения ведутся за физическими процессами (внешними проявлениями физических процессов), происходящими на ГТС или с ним. Следовательно, наблюдения и исследования необходимы для контроля процессов, происходящих на гидросооружении. Сценарий аварии представляет собой последовательность событий, приводящих к аварии. Эти события, по своей сути, являются физическими процессами, происходящими на гидросооружении. Можно сделать вывод о том, что наблюдения ведутся за событиями, описанными в сце-



нарии аварии. Таким образом, наблюдения за гидросооружением контролируют развитие событий по сценарию аварии. В сценарии аварии описывается несколько событий, следовательно, можно говорить о том, что проводимых наблюдений достаточно, если каждое возможное событие в сценарии аварии контролируется. Соответственно, проводимые на гидросооружении наблюдения и исследования должны охватывать все возможные события (процессы), описанные в сценариях аварий.

Также следует остановиться на вопросе о количестве параметров, по которым контролируется одно событие (физический процесс). С точки зрения надежности наблюдений, чем больше контролируемых параметров за процессом, тем более надежны проводимые наблюдения. Однако увеличение количества проводимых наблюдений требует увеличения трудозатрат на наблюдения, что не всегда возможно, поскольку, как правило, имеются финансовые ограничения. Поэтому при определении состава наблюдений за процессом необходим разумный баланс между количеством наблюдений и трудозатратами на наблюдения. Анализ процессов и наблюдений за ними показывает, что некоторые процессы проявляются однозначно, и, соответственно, для их контроля необходимо небольшое количество видов наблюдений и контролируемых параметров. Для контроля этих процессов достаточно одного или двух контролируемых параметров. Проявление других процессов может быть весьма разнообразно, следовательно, чтобы контролировать процесс, необходимо контролировать возможные различные его проявления. В этом случае количество наблюдений за процессом будет значительным. Как правило, контроль таких процессов осуществляется 5–7 параметрами. Таким образом, при определении состава наблюдений за процессом необходимо проанализировать возможные его проявления, исходя из этого, определить необходимые виды наблюдений и контролируемые параметры, которые позволят достаточно надежно контролировать процесс.

В имеющихся методиках состояние гидросооружения разделяют на работоспособное и частично неработоспособное состояние. При этом частично неработоспособное состояние подразделяют на два или три вида состояния. Для судоходных гидротехнических сооружений частично неработоспособное состояние принято подразделять на ограниченно работоспособное, предаварийное и аварийное состояние. Состояния гидросооружения разделяются тремя границами K1, K2 и K3, переход через которые показывает изменение состояния гидросооружения. В методике техническое состояние гидросооружения оценивается в баллах, при этом соответствие гидросооружения проекту оценивается баллом, равным 2, K1 = 3, K2 = 4 и K3 = 5.

При назначении границ технического состояния ГТС следует руководствоваться следующими общими принципами:

- ♦ **K1** — на гидросооружении появились явные признаки, свидетельствующие о снижении способности ГТС выполнять свои функции.

- ♦ **K2** — гидросооружение находится в состоянии, когда при наиболее неблагоприятном проектном режиме работы имеется явная угроза прекращения гидросооружением выполнения своих функций (явная угроза аварии), или гидросооружение работает в режимах, превышающих проектные.
- ♦ **K3** — гидросооружение находится в состоянии, когда при нормальном режиме работы имеется явная угроза прекращения гидросооружением выполнения своих функций (явная угроза аварии), или гидросооружение работает в режимах, превышающих проектные, и при этом имеется явная угроза прекращения гидросооружением выполнения своих функций (явная угроза аварии).

Изменение технического состояния гидротехнического сооружения возможно по следующим причинам:

- ♦ в результате изменения действующих нагрузок, в том числе с превышением проектных значений нагрузок основного и особого состояния;
- ♦ несоответствия гидросооружения действующим нагрузкам;
- ♦ вследствие физического износа гидросооружения под влиянием деструктивных процессов или дефектов техногенного характера;
- ♦ вследствие выработки ресурса оборудования гидросооружения.

Исходя из общих принципов назначения границ состояния, сформулированы следующие принципы назначения границ технического состояния гидросооружения:

- ♦ **K1**
 - действующие нагрузки равны нагрузкам основного сочетания;
 - систематически повторяемые разрушения или дефекты одного и того же элемента гидросооружения, свидетельствующие о несоответствии элемента фактическим нагрузкам;
 - на элементах гидросооружения появились дефекты, которые явно свидетельствуют об идущих деструктивных процессах;
 - контролируемые параметры на границе ожидаемого диапазона, определяемого прогнозными моделями на основе натурных наблюдений;
 - для контролируемых параметров появились тенденции, явно свидетельствующие об идущих деструктивных процессах.
- ♦ **K2**
 - действующие нагрузки равны нагрузкам особого сочетания;
 - систематически повторяемые разрушения или дефекты одного и того же элемента гидросооружения, свидетельствующие о явной угрозе аварии при действии нагрузок, превышающих нагрузки особого сочетания;
 - на гидросооружении появились такие дефекты и разрушения, что при действии нагрузок особого сочетания (ФПУ, Q_{пов}) имеется явная угроза аварии.
- ♦ **K3**
 - действующие нагрузки превысили нагрузки особого сочетания, и при этом имеется явная угроза аварии;
 - систематически повторяемые разрушения или дефекты одного и того же элемента гидросооружения, свидетельствующие о явной угрозе аварии при действии нагрузок, не превышающих нагрузки основного сочетания;
 - на гидросооружении появились такие дефекты и разрушения, что при действии нагрузок основного сочетания (НПУ, Q_{рас}) имеется явная угроза аварии.



Приведенные выше принципы назначения границ технического состояния относятся к оценке технического состояния гидросооружения по сценарию аварии. Однако контроль технического состояния осуществляется по нескольким контролируемым параметрам, за которыми ведутся натурные наблюдения. Соответственно для каждого контролируемого параметра должны иметься границы перехода из одного состояния в другое. Принципы назначения границ для контролируемых параметров должны быть такими же, как и для сценариев аварий. В этом случае переход контролируемого параметра через границу будет означать переход гидросооружения из одного состояния в другое по сценарию аварии. Таким образом, единство принципов назначения границ технического состояния по сценарию аварии и по контролируемым параметрам позволит однозначно определять техническое состояние гидросооружения.

Следует отметить, что одни контролируемые параметры отслеживают проявление деструктивных процессов на начальной стадии развития аварии, а другие контролируемые параметры позволяют осуществлять мониторинг процессов, характеризующих заключительные стадии развития аварии, и соответственно значимость контролируемых параметров в оценке технического состояния гидросооружения не одинакова. Как правило, эта неодинаковая значимость контролируемых параметров учитывается путем их ранжирования и введения коэффициентов значимости при расчетах технического состояния гидросооружения в декларации безопасности.

Более целесообразно такое ранжирование проводить не в декларации безопасности, а на стадии назначения границ технического состояния для контролируемых параметров. Это осуществляется путем назначения не всех трех границ технического состояния, а одной или двух. Для параметров, характеризующих начальную стадию развития аварии, назначается граница K1 и, возможно, K2, а для параметров, характеризующих процессы, непосредственно близкие к аварии, — K3 и, возможно, K2. Для параметров, для которых не назначена последующая граница, максимальная числовая оценка составляет числовое значение не назначенной границы минус 0,1 балла. Для параметров, у которых не назначена предыдущая граница, минимальное числовое значение составляет числовую оценку назначенной границы, причем при отсутствии значимой величины параметра оценка не проставляется. Например, для контролируемого параметра, характеризующего наличие трещин в металлоконструкциях затвора, K2 — это наличие трещины, а K1 для этого параметра будет отсутствовать, и если обследование показало отсутствие трещин, то оценка технического состояния по этому контролируемому параметру не проставляется. Если процесс не наступил, то и нет оценок по параметрам, которые характеризуют этот процесс.

В федеральном законе «О безопасности гидротехнических сооружений» определено, что критерии безопасности гидротехнического сооружения — предельные значения количественных и качественных показателей состояния ги-

дротехнического сооружения и условий его эксплуатации, соответствующие допустимому уровню риска аварии гидротехнического сооружения и утвержденные в установленном порядке федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим государственный надзор за безопасностью гидротехнических сооружений. Из приведенной в законе формулировки следует, что критерии безопасности определяют одно состояние гидротехнического сооружения. Это состояние соответствует допустимому уровню риска аварии. По сути, до этого состояния гидросооружение считается допустимо опасным, а после перехода через это состояние гидросооружение считается недопустимо опасным.

Границей, соответствующей допустимому риску аварии, должна являться граница K2. Переход гидросооружения через эту границу является весьма значимым, поскольку до этой границы гидросооружение может работать в любых проектных режимах без явной угрозы аварии, а после этой границы на гидросооружении есть проектные режимы работы, при которых имеется явная угроза аварии.

На основании вышесказанного при оценке технического состояния гидросооружения необходимо:

1. Произвести выявление возможных на гидросооружении опасностей и формулирование сценариев возможных аварий.
2. Все сценарии аварий разбить на две группы по видам аварий.
3. Провести анализ возможных процессов, представленных в сценариях аварий, и определить необходимые контролируемые параметры.

4. Для каждого контролируемого параметра назначаются граничные значения, которые и являются критериями безопасности. Данные граничные значения контролируемых параметров должны быть утверждены органом государственного надзора за безопасностью СГТС.

5. Для каждого сценария аварии произвести сопоставление фактических значений контролируемых параметров с граничными значениями. На основе этого сопоставления определяется техническое состояние гидросооружения и проставляется оценка технического состояния с точностью до 0,1. Оценка дается по наилучшему значению контролируемого параметра.

6. Итоговая оценка технического состояния гидротехнического сооружения по группе сценариев аварий определяется по наихудшей из оценок сценариев аварий, представленных в группе.

7. Итоговая оценка технического состояния гидросооружения в целом определяется по наихудшей оценке первой или второй группы.

8. Если в состав гидроузла входят несколько гидросооружений, то итоговая оценка технического состояния гидроузла в целом определяется по наихудшей оценке гидросооружения.

Приведенный подход позволяет в декларации безопасности оценить техническое состояние по всем возможным сценариям аварий, выявить все неблагоприятные элементы гидросооружения и обоснованно определить состав и приоритетность в необходимых ремонтных работах.

Литература

1. О безопасности гидротехнических сооружений. Федеральный закон № 117 ФЗ от 21 июля 1997 г.
2. Малаханов В. В. Классификация состояний и критерии эксплуатационной надежности гидротехнических сооружений // Гидротехническое строительство. 2000. № 11.
3. Золотов Л. А., Иващенко И. Н., Радкевич Д. Б. Оперативная количественная оценка уровня безопасности эксплуатируемых гидротехнических сооружений // Гидротехническое строительство. 1997. № 2.

КОМПЛЕКС «ИНТЕГРАЛ»®: НОВЫЙ ПОДХОД К БЕЗОПАСНОСТИ

Файзулин А.,
начальник отдела Центра специальных инженерных сооружений
научно-исследовательского и конструкторского института
радиоэлектронной техники (ЗАО «ЦеСИС НИКИРЭТ»)

Высокий уровень террористической активности и организованные на транспортных объектах теракты ставят перед портовиками вопрос об усилении безопасности морских и речных портов и их инфраструктуры. Одним из решений поставленной задачи может быть оснащение их инженерными сооружениями и техническими средствами охраны (ТСО).

Для снижения уровня уязвимости объектов для актов незаконного вмешательства в ЗАО «ЦеСИС НИКИРЭТ» был разработан и серийно выпускается комплекс инженерно-технических средств физической защиты «ИНТЕГРАЛ»®. Комплекс предназначен для формирования рубежей охраны объектов с периметрами как большой, так и малой протяженности. При создании комплекса учитывались предназначение, протяженность портов и объектов их инфраструктуры, а также специфика различных климатических зон страны.

Основу комплекса «ИНТЕГРАЛ»® составляют заграждения «МАХАОН» и «МЕТОЛ» производства ЗАО «ЦеСИС НИКИРЭТ». Помимо физического барьера, они одновременно являются платформой для используемых совместно с ними ТСО, а также систем видеонаблюдения, освещения, систем контроля и управления доступом и других вспомогательных средств. Данные заграждения оптимизированы под серийно выпускаемые ТСО производственного объединения «Старт» им. М. В. Проценко*.

Комплекс «ИНТЕГРАЛ»® имеет два десятка модификаций за счет вариативности комплектующих частей, что позволяет достаточно четко определять оптимальную комплектацию оборудования «под объект»*.

Особо следует отметить возможность интегрирования противотаранных устройств шлагбаумного типа в единую систему безопасности транспортных проездов.

Все типы заграждений для исключения преодоления их путем перелазы наращивают сверху дополнительным препятствием в виде различных типов козырьков в комплекте с армированной колючей лентой или сварными сетчатыми панелями. Кроме того, в комплекс «ИНТЕГРАЛ»® входят ворота и калитки, а также конструкции для организации углов при поворотах заграждения и примыкании их к зданиям и сооружениям. Чувствительные элементы средств обнаружения и кабельные линии находятся в проходящем по периметру оцинкованном металлическом коробе, защищающем их от механических повреждений, в том числе и от тяжелых осадков (мокрого снега и обледенения). Конструкцией предусмотрен дополнительный монтаж противоподкопных сеток.

На стадии проектирования защитный комплекс в зависимости от особенностей местности и тактических задач может быть дополнен другими типами инженерных заграждений. Например, плоскими колючими заграждениями, которые из-за своей агрессивности не рекомендованы для использова-

* С типовыми проектными решениями можно ознакомиться на web-сайте www.cesis-proekt.ru.



ния в пределах городской черты, зато могут найти широкое применение в отдаленной и малонаселенной местности.

В целом конструкции «ИНТЕГРАЛа»® адаптированы к любому ландшафту и не ограничивают визуальное пространство прилегающей территории. Каждый элемент «ИНТЕГРАЛа»® органично вписывается и в городскую среду, придавая объекту современный внешний вид.

P.S. В 2011 г. в Интернете появился ресурс www.cesis-proekt.ru, предназначенный для специалистов в сфере безопасности объектов различного назначения. Web-сайт представляет собой справочно-информационную систему (СИС) типовых проектных решений (ТПР) по созданию систем физической защиты объектов.

Информационные банки СИС содержат детально проработанные ТПР, что позволяет проектировщикам значительно экономить время — выбрать оптимальный вариант ТПР и привязать его конкретному объекту.

Все узлы в документах системы оформлены в формате разработки (AutoCAD).

Пользоваться СИС ТПР можно совершенно **БЕСПЛАТНО**. СИС ТПР разработана и поддерживается ЗАО «ЦеСИС НИКИРЭТ», предлагающим специалистам воспользоваться опытом проектирования периметральных инженерных систем физической защиты.

ЗАО «ЦеСИС НИКИРЭТ»
440013 г. Пенза, ул. Чаадаева, 62
Тел./факс: (8412) 900-933, 900-176, 57-24-91
Тел.: (8412) 900-173, 57-43-70
E-mail: info@cesis.ru, snabsbit@cesis.ru,
marketing@cesis.ru
www.cesis.ru, www.cesis-proekt.ru

КАНАЛЫ, ФАРВАТЕРЫ И ЗОНЫ МАНЕВРИРОВАНИЯ — ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ



Козлов С. Г.,
канд. техн. наук, начальник отдела морских портов ОАО «Союзморниипроект»



В данной статье хотелось бы остановиться на некоторых вопросах определения оптимальных параметров судоходных каналов, фарватеров и зон маневрирования и связанных с этим проблемах. С одной стороны, данные объекты портовой инфраструктуры связаны с обеспечением безопасности судоходства, и в то же время они являются специфическими гидротехническими сооружениями.

Проведенный анализ характеристик каналов РФ показал, что фактическая ширина каналов в большинстве случаев меньше, чем проектная, т. е. действующие габариты каналов не отвечают требованиям действующих норм проектирования. Тот же вывод относится и к габаритам зон маневрирования морских портов.

При этом определение габаритов каналов и акваторий портов при проектировании и эксплуатации ведется в соответствии со следующими нормативными документами:

- Нормы технологического проектирования морских портов РД 31.3.05-97;
- Руководство по технологическому проектированию морских портов РД 31.3.01.01-93;
- Нормы проектирования морских каналов РД 31.31.47-88;
- Руководство по оперативному определению проходной осадки судов на подходных каналах к морским портам РД 31.63.01-83;
- Руководство по назначению объявленной осадки судов в морских портах РД 31.63.02-83.

С объявлением ряда портов, расположенных на реках, морскими портами возникла необходимость использовать Нормы технологического проектирования портов на внутренних водных путях, введенные в действие указанием заместителя министра транспорта Российской Федерации от 26.03.2002 г. № НС-26-565, которые имеют свою специфику при проектировании рассматриваемых гидротехнических сооружений в речных условиях.

Анализ указанных документов дает основание предположить следующее.

- Методики расчета габаритов каналов и других элементов акватории, изложенные в них, имеют оценочный, приблизительный и методически устаревший характер. Период разработки обозначенных методик относится к 1970–1980 гг. прошлого века.
- Данные методики имеют завышенный коэффициент безопасности (за последние годы серьезно измени-

лись характеристики судов и системы обеспечения судоходства).

- Методики определения глубины на канале и акватории не соответствуют друг другу. При определении навигационной глубины для танкеров, сухогрузов и комбинированных судов глубины на канале получаются меньше, чем на акватории, хотя должно быть наоборот.
- Нормы не предусматривают использования методов компьютерного моделирования движения судов при определении оптимальных габаритов подходных каналов и маневровых зон, которые широко используются за рубежом.

Стоит остановиться на анализе и нормативных общегосударственных документов последнего поколения, как то:

- ФЗ № 261 «Закон о портах». Исключает понятия: фарватер, зоны маневрирования (маневровые рейды, операционные акватории и др.). В соответствии с законом, такие понятия, как внутренний и внешний рейды, предназначены только для обеспечения стоянки и обработки судов, но не для движения.
- В ФЗ № 190 «Градостроительный кодекс» и ПП № 87 «О составе разделов проектной документации» вообще нет упоминаний об акваториях. Изъято даже такое понятие, как генеральный план, которое включало в себя как территорию, так и акваторию порта (комплекса). Вместо этого введено понятие «Схема планировочной организации земельного участка», которое, по сути, исключает даже наличие такого объекта проектирования, как акватория.
- В Общих правилах плавания и стоянки судов в морских портах Российской Федерации и на подходах к ним (Приказ Минтранса № 140 от 20.08.2009 г.), в частности, указывается, что «не допускается швартовка к причалам судов с параметрами большими, чем параметры расчетного судна, установленные для причала». При этом нигде не уточняется — установленные чем: паспортом причала, где приводятся проектные характеристики сооружения и условия, которые могут возникнуть, например, один раз в 25–50 лет; или эксплуатационные, которые могут обосновываться и задаваться распоряжением по порту на более короткий период или вообще на одну швартовку. Подобные огра-

ничения и желание обойти требования несовершенных законов могут привести к уменьшению безопасного запаса под килем судна, вызвать занижение ширины зон маневрирования соответственно к риску возникновения ЧС при маневрировании.

- В последнем из нормативных и основополагающих документов по проектированию и эксплуатации объектов морского транспорта — Техническом регламенте безопасности объектов морского транспорта — каналы, фарватеры и зоны маневрирования отсутствуют как объект технического регулирования, нет и четких формулировок данных понятий.

Чтобы в какой-то степени исправить плачевное состояние дел с проектированием и эксплуатацией путей движения судов и акваторий портов, в 2007–2008 гг. по заданию ФГУП «Росморпорт» институтом «Союзморниипроект» совместно с кафедрой управления движением судна Санкт-Петербургского университета водных коммуникаций, ЗАО «ЦНИИМФ» и ОАО «РЦПКБ «Стпель» был разработан документ, который первоначально планировался как стандарт организации ФГУП «Росморпорт» «Рекомендации по проектированию каналов, фарватеров и зон маневрирования».

Концепция данного документа была принята на основе отчета «Подходные фарватеры — руководство по проектированию», подготовленного совместно PIANC-IAHR рабочей группой РТС II-30 в сотрудничестве с IMPA и IALA издания 1997 г., с учетом существующей специфики проектирования и эксплуатации портовых сооружений и новейших наработок в данной сфере в РФ.

«Рекомендации по проектированию каналов, фарватеров и зон маневрирования» состоят из нескольких разделов:

1. Область применения.
2. Термины и определения.
3. Общие положения.
4. Исходные данные для проектирования.
5. Каналы и фарватеры.
6. Зоны маневрирования.
7. Отсчетный уровень, глубина канала (акватории) и отметка дна.

И следующих приложений:

- Определение габаритов каналов, фарватеров и зон маневрирования методом компьютерного моделирования движения судов.
 - Основные типы и характеристики судов в соответствии с международными рекомендациями рабочей группы РТС II-30 PIANC-IAHR в сотрудничестве с IMPA и IALA, издания 1997 г. «Подходные фарватеры — руководство по проектированию».
 - Выбор акватории аналога по ледовым условиям.
- Не буду подробно останавливаться на содержании всех составляющих «Рекомендаций...», ограничусь лишь некоторыми.

Раздел 3. Общие положения.

Приведены:

- Условия рациональной компоновки акватории порта, требования к оборудованию СНО, изысканиям, этапности проектирования.
- Примерный объем и содержание этапов проектирования (предпроектные проработки, проектная и рабочая документация).

Оговорено, когда при разработке проектной документации каналов, фарватеров и зон маневрирования должен использоваться метод компьютерного моделирования движения судов, а именно — в следующих случаях:

- для портов и ПК, компоновка акватории и водные подходы которых не имеют аналогов;
 - при движении судов с опасными грузами в сложных гидрометеорологических условиях;
 - для каналов и фарватеров, имеющих судопропускные сооружения;
 - когда габариты фарватеров, каналов и зон маневрирования меньше, чем определенные по требованиям разделов 5–7 настоящего стандарта, и нет возможности для их увеличения;
 - когда схемы швартовки и маневрирования отличаются от общепринятых;
 - при нестандартных габаритах расчетных судов.
- Во всех остальных случаях при разработке проектной документации можно пользоваться выводами разделов 5–7.

Раздел 5. Каналы и фарватеры.

В данном разделе изложены требования, предъявляемые к каналам. Данные требования, за исключением особо оговоренных по тексту, распространяются также и на фарватеры.

Раздел состоит из следующих подразделов:

- Пропускная способность канала.
- Трассировка канала.
- Расчетная скорость движения.
- Ширина канала.
- Повороты трассы канала.

В подразделе «Пропускная способность канала» объединены требования норм технологического проектирования морских портов и норм проектирования каналов, что позволяет учитывать не только занятость самого канала, но и входного рейда и других элементов акватории, влияющих на пропускную способность порта (комплекса) в целом.

Наибольший интерес, с нашей точки зрения, представляют последние два подраздела. На них и остановимся подробнее.

Ширина канала

Навигационная ширина канала по дну (b_n , м) для канала с односторонним движением определяется как сумма ширины базовой маневровой полосы (b_m , м), запасов к базовой маневровой полосе (b_i , м) и удвоенного запаса ширины на гидродинамическое взаимодействие судна с бровкой канала ($2b_b$, м), для фарватеров последний запас не учитывается.

Соответственно, навигационная ширина канала с двусторонним движением определяется с учетом ширины разделительной полосы (b_p , м).

Базовая маневровая полоса

Ширина базовой маневровой полосы в зависимости от маневренности судна в ширинах судна (B_c) определяется как:

- хорошая — $1,3 B_c$;
- умеренная — $1,5 B_c$;
- низкая — $1,8 B_c$.

Маневренность судна можно оценить на основании критерия маневренности (M , кВт/м²), определяемого как отношение мощности главного двигателя (N , кВт) к площади надводного борта судна (A_n , м²).

Зависимость между маневренностью и критерием маневренности судна M , кВт/м² определяется как:

Хорошая	Умеренная	Низкая
> 11	7–11	4–6

Запасы к базовой маневровой полосе b_i :

- от расчетной скорости судна (b_1 , м/с, уз);
- от поперечной составляющей скорости ветра (b_2 , м/с);

- от поперечной составляющей скорости течения (b_3 , м/с);
- от продольной составляющей скорости течения (b_4 , м/с);
- от расчетной высоты и длины волны (b_5 , м);
- характеристики средств навигационного оборудования (b_6);
- на взаимодействия судна с неровностями дна и соотношения глубины и осадки (b_7). Влияние поверхности дна учитывается только на мелководных участках. Если глубина канала превосходит осадку расчетного судна более чем в 1,5 раза, необходимость в запасе b_7 отпадает;
- от глубины канала, который принимается для компенсации влияния малых глубин на управляемость судна (b_8);
- от степени опасности грузов (b_9).

При разработке деклараций на строительство и обоснований инвестиций навигационная ширина канала для одностороннего движения может приниматься равной 3,5; 4,0 или 4,5 ширинам расчетного судна в грузу при поперечной составляющей расчетной скорости ветра, соответственно равной 10, 14 и 17,5 м/с.

Проектная ширина канала $b_{пр}$, м определяется с учетом запаса ширины канала на заносимость (Δb_3 , м).

Зоны маневрирования

Зоны маневрирования, как и в прежних нормах, рекомендуются компоновать без взаимного совмещения, имея в виду создание условий для их нормального функционирования.

Для обеспечения безопасности плавания границы площади, предназначенной для маневрирования, должны быть расположены на расстоянии не менее ширины расчетного судна от ограждающих и других гидротехнических сооружений.

Рекомендации предусматривают проектирование следующих зон маневрирования:

- подходной зоны;
- приемной зоны;
- зоны расхождения;
- зоны ожидания;
- зоны (рейды) для отстоя судов;
- входной зоны (входной рейд);
- разворотной зоны (разворотное место);
- разворотной зоны внешних рейдовых причалов;
- операционной зоны береговых причалов (операционная акватория);
- зоны безопасности искусственных островов, сооружений и установок;
- охранной зоны подводных трубопроводов, расположенных на акваториях портов.

В рекомендациях впервые вводится термин «запас ширины на швартовые операции» (ΔB , м) взамен существовавшего ранее термина «суммарная длина буксира-кантовщика и проекции длины буксирного троса на горизонтальную плоскость» (L_6). Значения данного запаса приведены в таблице.

Дедевит швартуемого судна, тыс. т	Запас ширины ΔB , м
До 10	50
Св. 10 до 30	60
Св. 30 до 60	70
Св. 60 до 100	85–100
Св. 100 до 300	100–130

Примечание: При реконструкции портов, ограниченных своими размерами, а также при проектировании бассейнов для особо крупных судов дедевитом более 300 тыс. т применяются технические средства и методы буксировки, сокращающие величину ΔB .

Смысл данного термина в том, что при оптимальной схеме швартовки судно подводится (отводится) к (от) причалу на

безопасном от него расстоянии, а затем поджимается (отводится) параллельно линии кордона.

Кроме того, впервые выделены в одну группу габариты бассейнов для судов портового и вспомогательного флота, двухвалных судов и судов с подруливающими устройствами дедевитом до 10 тыс. т, акватории для которых уменьшены по сравнению с акваториями для других судов.

В рекомендациях впервые приводится схема расчета акваторий для причальных устройств с точечной швартовкой (выносных причальных устройств — ВПУ). Размеры акватории, необходимой для обработки танкеров, определяются по таблице для двух типов причального устройства:

- плавучего причала и причала башенного типа;
- причала с плавучей системой хранения и отгрузки.

В «Рекомендациях...» приводятся технические решения и мероприятия по защите акватории от волнения, заносимости и льда, указывается, что эти задачи должны решаться комплексно.

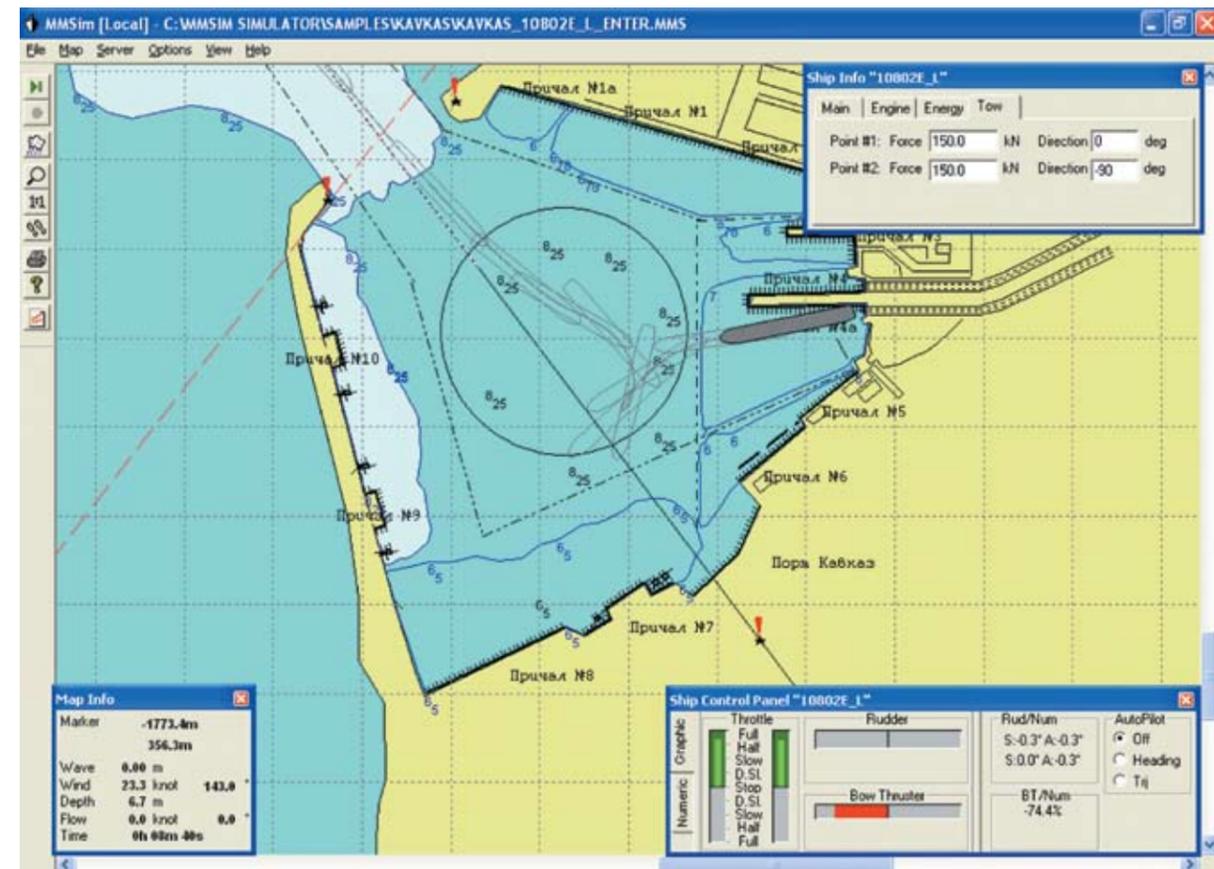
В работе были выполнены исследования по определению методики расчета габаритов каналов, фарватеров и зон маневрирования с помощью методов компьютерного моделирования движения судов и разработаны:

- требования к математической модели движения судна, используемой для целей проектирования;
- требования к электронным картам района проектирования;
- методика определения адекватности математической модели, что позволяет выполнять корректировку базы данных с точностью определения параметров траектории не менее 10%;
- методика сертификации математической модели;
- методика оценки безопасного запаса воды под днищем судна в канале;
- методика моделирования для определения ширины канала;
- методика определения габаритов криволинейных участков канала;
- определены основные особенности движения судов при прохождении судопропускных сооружений;
- методика расчета зон маневрирования в портах;
- требования по учету гидрометеорологических факторов и навигационных ограничений при эксплуатации каналов.

Разработанные требования и методики расчета были неоднократно использованы на практике и, в частности, при выполнении совместных ПИР и НИР институтом «Союзморниипроект» и кафедрой управления движением судна Санкт-Петербургского университета водных коммуникаций.

В качестве примеров можно привести следующие:

- Математическое моделирование челночного курсирования нефтеналивных танкеров между портом Кавказ и танкером-накопителем, расположенным на рейде в районе Таманского полуострова.
- Определение методом компьютерного моделирования навигационных ограничений и оптимальных размеров операционных акваторий и маневрового рейда в порту Кавказ с использованием программного комплекса маневрирования и швартовки судов MMSIM.
- Определение габаритов, глубин и радиусов поворотов речной и морской частей модернизируемого Волго-Каспийского канала.
- Исследование условий безопасного плавания судов на участке «Приемный буй — ПРР «Экономия» в порту Архангельск.
- Проектирование подходного канала к балкерному терминалу порта Посыет.



Результаты моделирования акватории в п. Кавказ

Выполненные расчеты экономического эффекта показали, что внедрение разработанных методик сократит общий объем одного цикла ремонтных дноуглубительных работ только по 16 рассматриваемым портам РФ на 7,5 млн м³. В результате этого при средней стоимости выемки 1 м³ грунта в \$5 «Росморпорт» мог бы экономить на стоимости только ремонтных работ до \$32,5 млн.

Однако до настоящего времени данные методики остаются уделом энтузиастов современных методов проектирования. Предполагалось, что на основе «Рекомендаций...» будет создан «Свод правил...». Однако вот уже 3 года как средства на выполнение данной работы не выделяются, заложенные в «Рекомендациях...» решения устаревают.

При встречах на конференциях с зарубежными специалистами в области проектирования и строительства объектов транспорта большинство обсуждений сводится к вопросам сложившейся ситуации у нас в стране и сравнению с тем, что делается в этой области за рубежом. Так, в маленькой Дании на нужды транспортной науки ежегодно тратятся сотни миллионов евро. При этом государство, координируя данную деятельность, делит расходы с частными структурами, заинтересованными в развитии этой области.

В США вопросами проектирования и его научного обеспечения только морских каналов и акваторий в настоящее время занимаются: Американская секция PIANC, американское Общество гражданских инженеров, полувластный институт от Общества гражданских инженеров, отдельные исследовательские группы Национальной академии наук США. Вся деятельность координируется Инженерным корпусом армии США.

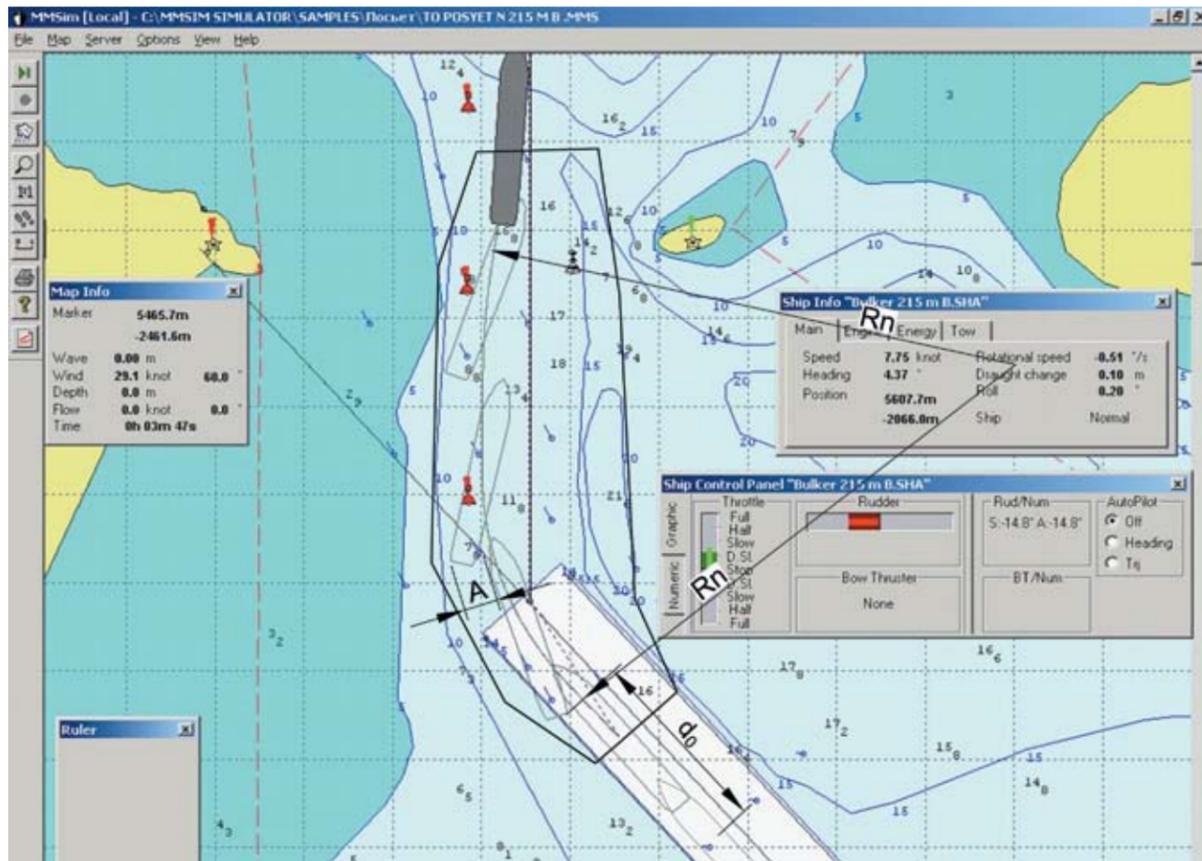
Примеров ответственного отношения к проблемам транспортной науки за рубежом можно привести множество.

Собственно у нас в стране, как и во всем мире, существовала сеть научно-исследовательских и проектных организаций, специализирующихся на рассматриваемых вопросах. В результате многократных реформ морского транспорта в настоящее время образовалась масса проектных организаций, конкурирующих на рынке проектных работ. В связи с этим научные и технические силы, занимающиеся научным обеспечением строительства и проектированием портов в отрасли, разобщены, новые кадры специалистов готовятся недостаточно. Вопрос о научных работах практически закрыт. Так, упомянутой выше проблемой морских каналов и акваторий, да и нормами технологического проектирования морских портов в настоящее время не занимается ни одна организация в системе Росморречфлота.

Отсутствие современной нормативной базы вынуждает проектировать объекты без достаточного обоснования принимаемых решений.

За последние годы появилась масса грузов, на которые не существовало норм проектирования и транспортировки, в частности, наливных (отдельных видов нефтепродуктов, СПГ, СУГ, газовых конденсатов, жидких химических и др.).

При этом разрабатываемые специальные технические условия по перевалке данных грузов, в угоду заказчикам, кардинально отличаются друг от друга. Например, это относится к нормам компоновки акваторий комплексов по перевалке сжиженных газов. В порту Пригородное (о. Сахалин) требования одни, в порту Усть-Луга (Ленинградская область) — со-



Результаты моделирования канала в п. Пoesyet

вершено противоположные, в проекте комплекса в порту Териберка — третьи. Ясно, что различные требования по компоновке акваторий и сооружений не могут обеспечить одинаковый уровень безопасности.

Акватории портов, как и водные подходы к ним, являются стратегическими объектами. Создание безопасных условий судоходства по ним для обеспечения планируемого судооборота и поддержание водных подходов и акваторий морских портов на должном уровне — задача государственная.

Для обеспечения данной задачи необходимо постоянное научно-техническое обоснование вопросов, связанных с проектированием, строительством и эксплуатацией морских каналов и зон маневрирования, приведение нормативной базы в соответствие с современными требованиями к вопросам безопасности судоходства.

В связи с этим, необходимо ежегодное финансирование из централизованного фонда Минтранса либо другого надежного источника (средств ФГУП «Росморпорт», отчислений морских портов, союзов судовладельцев и т. д.) на разработку научно-технических вопросов безопасности судоходства и, как одного из ее элементов, — каналостроения.

Первоочередной задачей должна быть разработка следующих сводов правил:

- «Руководство по проектированию и эксплуатации каналов, фарватеров и зон маневрирования морских портов».
- «Руководство по техническому контролю каналов, фарватеров и зон маневрирования морских портов».
- «Рекомендации по разработке и содержанию Плана морских операций».

Для решения задачи определения оптимальных габаритов каналов и зон маневрирования необходима разработка современного программного комплекса моделирования движения судов, предназначенного для целей проектирования.

В целях оптимизации программы ремонтных работ необходимо провести комплексное инженерное обследование всех подходных каналов и акваторий морских портов для определения их технического состояния и соответствия требованиям нормативных документов.

Необходимо откорректировать существующие паспорта подходных каналов и акваторий по единой форме, а в случае их отсутствия — разработать новые.

Ввиду того, что каналы, фарватеры и зоны маневрирования являются специфическими гидротехническими сооружениями, необходимо дополнить технический регламент безопасности объектов морского транспорта, включив в него в качестве объектов технического регулирования данные сооружения. Необходимо привести в регламенте четкую формулировку понятий: «канал», «фарватер», «зона маневрирования».

В целом для проектирования современных перегрузочных комплексов и морских портов, отвечающих последним требованиям по производительности обработки судов и обеспечению при этом безопасных условий эксплуатации, необходимы серьезные научные исследования и на их основе переработка всей существующей нормативной базы.

Возможно, Минтрансу стоит задуматься о создании научно-проектных центров морского транспорта, в которых объединить те немногие оставшиеся кадры, чей опыт при научном обосновании и проектировании не оценим, приглашать отечественных молодых, а также зарубежных ученых и специалистов.

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОЛЯРНОЙ ГИДРОГРАФИИ

В 2011 г. специалистами ЗАО «МАРИМЕТР» выполнена установка гидрографических комплексов на базе многолучевых эхолотов EM 3002D и EM 2040D на гидрографических судах «Петр Котцов» и «Григорий Михеев» (судовладелец — ФГУП «Гидрографическое предприятие»).

В состав гидрографических комплексов вошло следующее оборудование и программное обеспечение:

- многолучевой эхолот серии EM производства компании Kongsberg Maritime;
- многофункциональный навигационный комплекс SeaPath-330 L1/L2 GPS/GLONASS с датчиком динамических перемещений судна MRU-5;
- измерители скорости звука в воде miniSVS/miniSVP/MIDAS SVP, мареографы MIDAS WLR производства компании Valeport;
- программное обеспечение сбора и обработки данных QINSy компании QPS;
- программное обеспечение обработки спутниковых данных TerraPOS Marine.

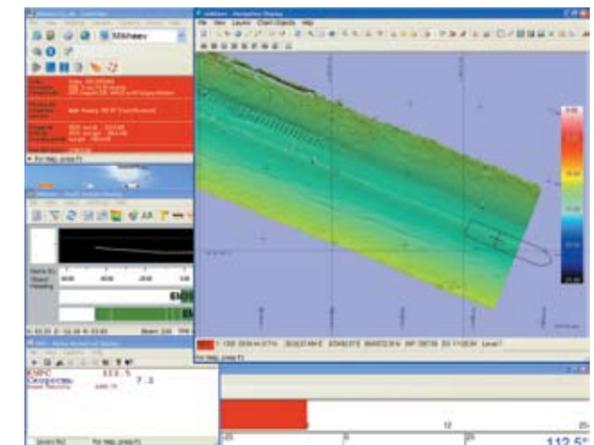
Антенные модули на обоих судах были установлены стационарно на штангах выдвижных устройств. Корпусные работы по установке выдвижного устройства на гидрографическом судне «Григорий Михеев» были выполнены специалистами ООО «Судоэкология».

Важными преимуществами системы EM 2040D являются:

- наличие трех частотных режимов излучения (200 кГц, 300 кГц или 400 кГц);
- наличие режима частотной модуляции, что позволяет значительно увеличить диапазон измерения глубин и ширину полосы обзора;
- электронная стабилизация лучей в режиме реального времени по бортовой, килевой качке, а также за рыскание судна;
- динамическая фокусировка лучей при излучении и приеме;
- разрешение по глубине в миллиметровом диапазоне.

На ходовых испытаниях гидрографические комплексы показали очень хорошие результаты. В настоящее время оба судна выполняют систематические гидрографические исследования на трассе Северного морского пути.

Программный пакет QINSy, версия 8 — это эффективный и надежный помощник для выполнения целого спектра задач: дноуглубление, площадная съемка рельефа дна многолучевым эхолотом, океанографические исследования,



Интерфейс QINSy, EM 2040D

съемка небольших акваторий однолучевыми эхолотами, позиционирование платформ, обеспечение подводного строительства, прокладка/обследование трубопроводов и кабелей с использованием управляемых подводных аппаратов (ROV), создание традиционных и электронных карт, обработка результатов лазерного сканирования.

Имея возможность подключения большого числа вспомогательных сенсоров (приемники GPS, мареографы, одно- и многолучевые эхолоты, гидролокаторы бокового и кругового обзора), QINSy предлагает широкий спектр форматов обмена данными: DXF, S-57, XTF, GeoTIFF, GSF, BAG или ASCII, которые можно использовать в различных приложениях.

Пакет QINSy основан на модульной архитектуре, что дает возможность для его дальнейшего развития. На мировом рынке QINSy является фундаментом успеха компании QPS — за счет технологий точной навигации, сбора и представления данных, хранения и обработки больших объемов данных в реальном времени и создания большинства конечных продуктов, в том числе трехмерной визуализации данных подводной обстановки в режиме реального времени.



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



ГС «Петр Котцов» оборудован EM 3002D



ГС «Григорий Михеев» оборудован EM 2040D

ПРИЧАЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОТГРУЗКИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА (СПГ) НА ЗАВОДАХ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СПГ



Ерашов В. П.,
менеджер по гидротехническим сооружениям,
«Штокман Девелопмент АГ»

Природный газ (состоящий в основном из метана) является востребованным энергетическим ресурсом благодаря его высокой энергопроизводительности и чистоте сгорания по сравнению с другими видами топлива. Месторождения природного газа, как правило, находятся в труднодоступных, малонаселенных отдаленных районах. Транспортировка природного газа от мест его добычи в промышленно развитые регионы производится либо по трубопроводам под давлением, либо в жидком состоянии после предварительного сжижения. Сжижение природного газа производится при температуре $-163\text{ }^{\circ}\text{C}$ на специальных высокотехнологичных заводах по производству сжиженного газа.

При охлаждении природного газа под атмосферным давлением при температуре $-163\text{ }^{\circ}\text{C}$ газ конденсируется в жидкость, известную как СПГ (сжиженный природный газ). В процессе сжижения из добытого на месторождении природного газа выделяются кислород, углекислый газ, сера и вода, и в результате получается чистый метан. При этом объем полученного СПГ представляет собой 1/600 исходного объема природного газа, что делает сжиженный газ удобным для транспортировки и хранения. СПГ перевозится в танкерах с теплоизолированными грузовыми помещениями (танками). Танкеры СПГ имеют двойной корпус, а грузовые помещения таких танкеров изготовлены из специальных материалов, что помогает содержать перевозимый газ в жидком состоянии с помощью технологии «автоохлаждения». СПГ перевозится в танкерах при температуре точки кипения, и любое возникающее тепловое воздействие компенсируется теплоотдачей за счет испарения СПГ; при этом пары газа (т. н. отпарной газ) отводятся из грузовых танков и используются как топливо для танкера.

Относительная простота транспортировки СПГ позволяет сделать экономически выгодным освоение удаленных месторождений природного газа в любых районах Земли, когда строительство газопроводов является дорогостоящим и экономически нецелесообразным. Отгрузка СПГ производится на терминалах, строящихся непосредственно при заводах по производству СПГ.

Терминалы для отгрузки СПГ на заводах по производству СПГ в России и в мире

В России, по состоянию на сегодняшний день, строительство причальных сооружений для приема и загрузки танкеров

СПГ было осуществлено только на заводе по производству СПГ на острове Сахалин. Этот завод СПГ был построен на площади 490 гектаров в пос. Пригородное на берегу залива Анива, в 13 км к востоку от порта Корсаков. Залив Анива практически не замерзает в течение года, что делает расположение завода СПГ с морским отгрузочным терминалом СПГ на его побережье идеальным местом для отправки произведенного СПГ на экспорт. Контракт на разработку проектной документации был присужден консорциуму российских компаний, ОАО «НИПИ «Газпереработка» (НИПИГаз) и консорциуму «Химэнерго» вместе с японской корпорацией Chiyoda и фирмой Toyo Engineering. В консорциум «Химэнерго» вошли следующие компании: ЗАО «Инжиниринговая корпорация «Трансстрой», ООО фирма «ИКЕМ» и СПАО «Ангарское управление строительства». Завод был сдан в эксплуатацию в феврале 2009 г, а первая

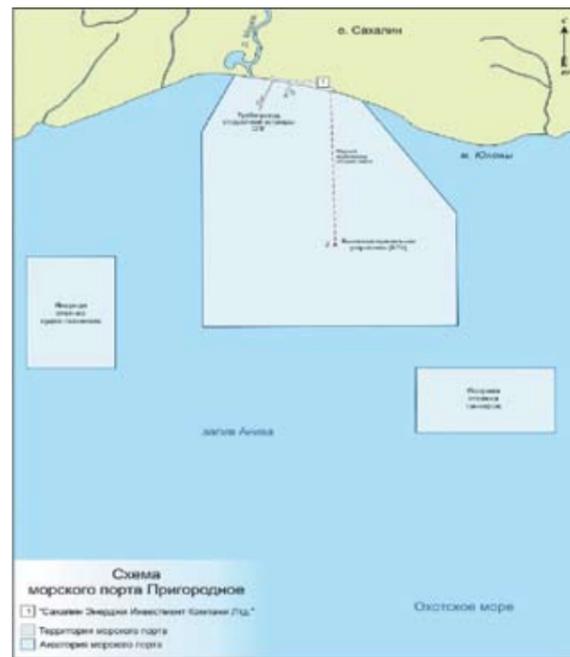


Рис. 1. Схема порта Пригородное с терминалом СПГ
(© «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд.»)



Рис. 2. Причал для отгрузки СПГ на заводе по производству СПГ в Пригородном



Рис. 3. Танкер СПГ типа MOSS (© Wolfgang Meinhart)



Рис. 4. Танкер СПГ типа MOSS для проекта «Сахалин-2»
(© Gazprom Sakhalin Holdings B.V.)



Рис. 5. Танкер СПГ мембранного типа, грузоподъемность 130000 м³ (© Remi Kaupp)

грузовая партия СПГ была отгружена в танкер СПГ и отправлена покупателю в Японии в марте 2009 г.

Продукция этого завода отгружается через производственно-портовый комплекс «Пригородное», состоящий непосредственно из завода по производству СПГ, терминала отгрузки нефти (ТОН) и специализированного морского порта Пригородное с отгрузочным терминалом СПГ.

Порт Пригородное — это первый в России морской порт, построенный специально для приемки и погрузки судов, перевозящих сжиженный природный газ, и нефтеналивных танкеров. Генеральным подрядчиком на строительство этого терминала со специализированным причалом для отгрузки СПГ явилась японская фирма CTSD.

Конструкция причала СПГ в порту Пригородное включает специально сооруженные кессоны, на которые установлено десять рамных опор, пролет каждой равен примерно 80 м. В конце этого сооружения на расстоянии 805 м от берега в заливе Анива находится отгрузочная платформа. На этой платформе установлены четыре стендера, три из которых предназначены для отгрузки сжиженного газа в танкеры СПГ, а четвертый — для отвода отпарного газа. Глубина у причала 14,0 м, что позволяет принимать танкеры СПГ грузоподъемностью до 145 000 куб. м. Эти танкеры принадлежат российско-японским консорциумам, с участием в том числе российских судоходных компаний — Приморского пароходства и «Совкомфлота».

Мировой опыт проектирования и сооружения терминалов СПГ на заводах по производству СПГ насчитывает десятки осуществленных проектов в разных странах и на разных континентах.

Типы танкеров СПГ

Терминалы по отгрузке СПГ, сооружаемые на заводах по производству СПГ, оборудованы причальными сооружениями, которые предназначены для приемки танкеров-газовозов СПГ. Современные танкеры для транспортировки СПГ представляют собой крупнотоннажные суда с грузовыми помещениями в виде сферических грузовых танков типа MOSS или в виде танков мембранного типа. Сферические грузовые танки диаметром 40 м изготавливаются из листов сплава алюминия или никеля с железом толщиной 40–80 мм. Наружный слой изоляции выполнен из полиуретана, покрытого алюминиевой фольгой. Мембранные грузовые танки изготавливаются из 36% сплава никеля с железом (инвара). По всей поверхности мембранные танки покрыты перлитовой или полиуретановой изоляцией.

Современный флот танкеров-газовозов СПГ, как уже эксплуатируемых, так и проектируемых к постройке, представлен следующими судами:

- ♦ танкеры-газовозы с пятью грузовыми танками мембранного типа грузоподъемностью от 210 000 до 215 000 м³ (двухвинтовые);
- ♦ танкеры-газовозы с четырьмя танками мембранного типа грузоподъемностью от 160 000 до 180 000 м³ (одновинтовые);
- ♦ танкеры-газовозы с четырьмя танками мембранного типа грузоподъемностью от 150 000 до 160 000 м³ (одновинтовые);
- ♦ танкеры-газовозы с четырьмя танками мембранного типа или 4–5 танками типа Moss грузоподъемностью от 140 000 до 150 000 м³ (одновинтовые);
- ♦ танкеры-газовозы с четырьмя танками мембранного типа или 4–5 танками типа Moss грузоподъемностью от 130 000 до 140 000 м³ (одновинтовые);
- ♦ танкеры-газовозы с 4–5 танками мембранного типа или 4–5 танками типа Moss грузоподъемностью от 120 000 до 130 000 м³ (одновинтовые).

Современный флот танкеров СПГ включает также суда меньшей грузоподъемности — 70 000–90 000 м³, работающие на Средиземноморском бассейне, а самые крупные танкеры СПГ типа Q-max имеют грузоподъемность 250 000–270 000 м³.

Таким образом, причалы для отгрузки продукции заводов СПГ принимают к погрузке крупнотоннажные суда внушительных размеров, боковая площадь парусности которых достигает 12 100 кв. м в балласте при длине судна до 320 м и ширине до 52 м. Соответственно, причалы для танкеров СПГ должны проектироваться с учетом существенных нагрузок, воздействующих на конструкцию причалов при швартовке и стоянке танкеров СПГ у причала.

Проектирование причалов СПГ

Для проектирования терминалов по отгрузке сжиженного газа руководствуются требованиями международных конвенций, инструкциями и рекомендациями международных неправительственных организаций. К ним относятся такие, например, как «Рекомендации по швартовному оборудованию для танкеров и терминалов», выпущенные OCIMF (Международный форум морских нефтяных компаний) и «Перечень руководств при проектировании терминалов сжиженного газа» (по портам и причалам), изданный SIGTTO (Международное общество операторов газозовозов и терминалов).

В процессе проектирования терминалов СПГ следует внимательно рассматривать воздействие на судно и причал природных факторов в выбранном месте расположения терминала СПГ. Для обеспечения эффективной эксплуатации проектируемых причалов СПГ и безостановочной работы всего отгрузочного терминала завода по производству СПГ целесообразно выполнить как минимум математическое моделирование маневрирования танкеров-газовозов при швартовных операциях у причалов СПГ, а также стоянки танкеров-газовозов у причалов на волнении. При этом важное значение имеет задание реальных исходных значений ветро-волновых нагрузок, действующих на судно в конкретном районе расположения причалов и, соответственно, параметров расчетных судов.

При выборе расположения причала в акватории вновь строящегося порта СПГ, как правило, учитывается также тот факт, что помещение управления грузовыми операциями на танкере СПГ находится по правому борту, и это часто затрудняет проход к трапу для схода на берег.

Причалы для отгрузки СПГ проектируются в виде стандартного танкерного терминала типа «островной причал» (island berth). Эти причалы состоят из:

- грузовой платформы, на которой размещаются грузовое, противопожарное и другое оборудование и которая обеспечивает возможность подъезда к судну автотранспорта и пешеходный доступ к судну;
- отбойных и швартовых палов, поглощающих энергию швартуемых танкеров СПГ и передающих силы отбойной реакции в грунт, что, соответственно, позволяет удерживать судно вплотную к причалу;
- эстакады, соединяющей грузовую платформу с берегом, для обеспечения подъезда автотранспорта и пешеходного доступа к судну, а также несущей на себе грузовые трубопроводы СПГ, трубопроводы отпарного газа и кабельные магистрали.

На терминалах при заводах СПГ, расположенных в северных широтах, причалы СПГ оснащаются также системой обогрева настила причала (с подводом горячей воды), служащей для растапливания снега и льда, образующегося во время шторма при забрызгивании причалов морской водой.

Нагрузки на причальные сооружения терминалов СПГ

В диапазон нагрузок, действующих на причальные сооружения терминалов СПГ, входят нагрузки на причальный настил, на соединительные эстакады, на переходные мостики и трапы для доступа на ошвартованный у причала танкер СПГ, а также нагрузки от возникающего обледенения при забрызгивании причала морской водой и от снега на терминалах СПГ, расположенных в полярных широтах, и ветро-волновые нагрузки (горизонтально направленные нагрузки).

Нагрузки, действующие на грузовую платформу

В общем случае настил причала рассчитывается на следующие эксплуатационные нагрузки, действующие в местах движения транспорта на грузовой платформе причала и соединительных эстакадах:

- В местах движения транспорта: равномерно распределенная нагрузка 20 кН/кв. м или нагрузка, аналогичная определенной для подъездной дороги к причалу.
- В местах, где нет движения транспорта: равномерно распределенная нагрузка 5 кН/кв. м.

Нагрузки на соединительные эстакады

Соединительная эстакада должна рассчитываться на следующие эксплуатационные нагрузки:

- равномерно распределенная нагрузка 20 кН/кв. м или
- согласно положениям стандарта EN 1991-2, Раздел 4, модели нагрузок 1 и 2.

Нагрузки на переходные мостики и трапы для доступа на танкер СПГ

В качестве достаточной проектной нагрузки для пешеходных участков причалов СПГ принимается величина, равная 2,5 кН/кв. м.

Такая расчетная нагрузка применяется для проектирования участков передвижения персонала и перемещения легкового ремонтного оборудования.

Дополнительные нагрузки на переходные мостики и трапы для доступа на танкер СПГ возникают от проложенных по ним кабелей, установленного на переходных мостиках осветительного оборудования, гидравлических систем и составляют 4,0 кН/м² по всей длине переходного мостика.

Постоянные нагрузки включают вес оборудования, размещенного на причале СПГ, включая трубопроводы, оборудование и механизмы, предназначенные для эксплуатации причального сооружения.

На причал СПГ действуют также переменные нагрузки, такие как:

- Рабочая нагрузка от веса персонала, установок, оборудования, используемого при грузовых операциях.
- Жидкостная нагрузка, включающая вес содержимого трубопроводов и танкеров СПГ во время грузовых операций и контрольной опрессовки.
- Нагрузки от ветра, снега, льда и волн — принимаются в соответствии с местными гидрометеорологическими условиями в районе расположения причала СПГ.
- Температурные нагрузки — определяются как силы, действующие в связи с разностью температуры груза СПГ и температуры окружающей среды и разности температур деталей конструктивных элементов.
- Усталостные нагрузки — включают нагрузки, вызываемые вибрацией машин, грузоподъемного оборудования, вибрацией жидкости в трубах и порывами ветра.

- Случайные нагрузки — включают нагрузки, вызванные землетрясением, взрывом, ударом судна или автомобиля о причальное сооружение.

Отбойные и швартовые приспособления на причалах СПГ

В состав проектных критериев причалов для отгрузки СПГ входят параметры швартовых устройств (швартовых гаков) и отбойных устройств — фендеров (кранцев) и палов.

Палы на причалах СПГ устанавливаются двух типов — отбойные палы и швартовые палы.

Отбойные палы служат для восприятия нагрузок от швартуемого судна, для предотвращения чрезмерного давления судна на конструкции причала и также являются точками для крепления швартовых концов, которые удерживают танкер СПГ от продольных перемещений у причала.

Швартовые палы служат исключительно для крепления швартовых концов. Они также служат для контроля поперечных перемещений судна у причала.

Как уже сказано ранее, отбойные палы предназначены для плавного поглощения силы удара судна при швартовке к причалу и для защиты от повреждений как корпуса судна, так и причальных сооружений в порту. Поэтому важно обеспечить требуемую эластичность конструкции отбойного пала и в то же время его высокую прочность с целью сопротивления воздействию судна на пал при швартовке.

Пал состоит из нескольких свай, и при передаче на пал энергии швартуемого судна она поглощается за счет бокового отклонения этих свай. Так называемые гибкие палы особенно функциональны на глубоководных акваториях, т. к. энергопоглощающая способность пала зависит от длины свай, формирующих пал.

Жесткость конструкции пала не должна быть слишком низкой, т. к. из-за чрезмерного отклонения свай они могут коснуться причала или судно может коснуться свай. С другой стороны, большая жесткость свай может привести к деформации свай или корпуса судна.

Почти на всех причалах СПГ в мире используются отбойные палы с фендерными (кранцевыми) панелями, оснащенными двумя резиновыми кранцами. Например, на причале СПГ в Йемене (причал находится в районе с неблагоприятными погодными условиями) используется отбойная панель с супер-ячейками типа Bridgestone Super Cell, обеспечивающая силу реакции в 260 т. Соответственно, при проектировании конструкции отбойного пала принималась полная расчетная сила реакции для двух кранцев, равная 520 т.

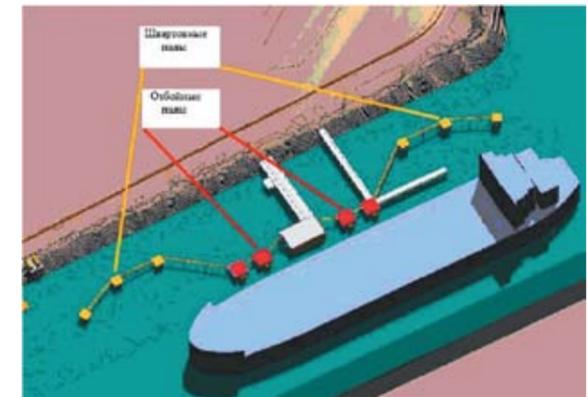


Рис. 6. Расположение отбойных и швартовых палов причала СПГ



Рис. 7. Отбойное устройство фирмы BRIDGESTONE (Япония)

Отбойные приспособления типа Trelleborg SCK 2500 E 1.6 имеют отбойную силу 480 т при скорости сближения танкера СПГ с причалом, равной 18 см/сек. На терминале в порту Ras Laffan используется система SUC 2250 Н марки Rh, состоящая из одной отбойной панели размером 4,9 × 4,9 м, оснащенной единственным кранцем, при этом сила реакции составляет 290 т при номинальном сжатии 52,5%.

Нужно отметить, что на кранцевых панелях достаточно часто регистрируются отбойные силы реакции порядка 1200 т.

Конструкция и критерии конфигурации кранцев на швартовых и отбойных палов устанавливаются рекомендациями OCIMF в зависимости от обводов корпуса швартуемых к причалу танкеров СПГ.

По результатам графического анализа типовых судов выполняется чертеж наиболее приемлемой конфигурации причала СПГ (общее расположение швартовых и отбойных фендеров, высота отбойных панелей, количество и параметры швартовых гаков и расположение переходного мостика).

При проектировании причала для определенных расчетных типов танкеров СПГ учитываются положения 3-го издания «Руководства по швартовному оборудованию» OCIMF, которое устанавливает, что отбойные палы должны располагаться в районе мидель-шпангоута судна.

Как правило, отбойные палы являются активными, если они находятся в пределах участка корпуса судна, параллельного линии причала (плоские участки борта судна). В этом случае они обеспечивают нужную степень контакта корпуса судна с отбойными панелями и точное выравнивание судна вдоль причальной стенки.

Судно считается безопасно ошвартованным у причала только тогда, когда плоские участки борта судна касаются как минимум одного отбойного пала по корме от грузовой платформы и одного отбойного пала к носу от грузовой платформы.

Расстояние между крайними внешними активными отбойными палами (ОП) относительно длины судна должно быть выдержано в диапазоне 0,25–0,40 LOA, что иллюстрируется следующим выражением:



Рис. 8. Швартовые гаки, установленные на причале для отгрузки СПГ

$$0,40 LOA > OP_{\text{нос.}} - OP_{\text{корм.}} > 0,25 LOA,$$

где LOA — габаритная длина судна; $OP_{\text{нос.}}$ — расстояние от мидель-шпангоута до крайнего активного носового ОП; $OP_{\text{корм.}}$ — расстояние от мидель-шпангоута до крайнего активного кормового ОП.

Контакт отбойных панелей с плоским участком корпуса судна должен быть проверен для судна в полном грузу в малую воду, а также для судна в балласте на полной воде.

Согласно рекомендациям OCIMF, два внешних активных отбойных пала должны располагаться как можно более симметрично относительно грузового манифолда на причале. Однако данную рекомендацию невозможно применить для некоторых танкеров-газовозов СПГ, у которых положение манифолда смещено относительно мидель-шпангоута.

Швартовая энергия для палов определяется по «Руководству для проектирования фендерных систем» (Guidelines for the Design of Fenders Systems), изданных PIANC (Постоянная международная ассоциация навигационных конгрессов) в 2002 г., и Британским стандартам (British Standards) 6349, Часть 4: «Морские сооружения. Свод практики для проектирования крацевых и швартовых систем» (Maritime Structures. Code of practice for design of fendering and mooring system).

Обычно лучшим проекторочным решением для причала является выбор крацев с высокой степенью поглощения энергии касания судном причала и малой силой реакции. Сила реакции является важным параметром при проектировании конструкции причала, т. к. более экономичной конструкцией причала является такая, при которой обеспечиваются меньшие величины реакции, проявляемые крацами. В этом случае отпадает необходимость установки на причале специальной панели, служащей для равномерного распределения сил реакции, что и позволяет достичь существенной экономии при строительстве причала.

Швартовые гаки

Причалы для приема танкеров СПГ оборудуются быстроотдаваемыми гаками для крепления швартовых, поданных с танкера СПГ, и безопасной и своевременной отдачи швартовых при отходе танкера от причала. При этом конструкция причала должна проектироваться с учетом соответствующих нагрузок, передаваемых от этих швартовых гаков. Общими критериями проектирования предусматривается, что гаки должны разрушаться прежде, чем это произойдет с элементами причального сооружения. Швартовые гаки для причалов



Рис. 9. На строительстве завода СПГ на о. Мелкойя (© Tractebel Engineering)

СПГ сконструированы специально с возможностью их отдачи с минимальным усилием даже при полной нагрузке, приложенной от швартовых концов к гакам. Также обеспечивается простота обратного возвращения швартовых гаков в рабочее положение. Стандартные швартовые гаки выдерживают усилия от 40 до 200 т. Швартовые гаки изготавливаются в конфигурации от 1 до 6 гаков на установочную единицу.

Швартовые гаки на швартовых палах проектируются под расчетные нагрузки при горизонтальном перемещении гака плюс/минус 45° в обе стороны от перпендикуляра, проведенного к швартовному концу/причалу. Гаки на отбойных палах проектируются под расчетные нагрузки при горизонтальном угле поворота гака от плюс 30° до 0° по отношению к фронтальной линии причала. На всех палах гаки проектируются на угол вертикального перемещения от -5° до +35° к горизонтальной плоскости.

На швартовых гаках также устанавливают датчики натяжения швартовых концов системы непрерывного мониторинга нагрузок от швартовых концов. Эти датчики преобразовывают силы натяжения, образующиеся в швартовых концах, в электрический сигнал. Обычно при швартовке к причалу СПГ швартовые концы с танкера СПГ крепятся к швартовным гакам на 5–6 швартовых палах и 4 отбойных палах. Датчики натяжения устанавливаются на каждом швартовном гаке таким образом, что способны измерять силы, прикладываемые судном к каждому швартовному концу.



Рис. 10. Завод по производству СПГ для месторождения Snohvit с отгрузочным терминалом на острове Мелкойя (Норвегия) (© Statoil)

Проекты по строительству новых заводов СПГ

Текущие проекты по строительству новых заводов СПГ в России — на проектах по освоению Штокмановского и Южно-Тамбейского газоконденсатных месторождений — предусматривают и соответствующее строительство причалов для отгрузки СПГ. Планируемое расположение данных гидротехнических сооружений в полярных районах с неблагоприятными гидрометеорологическими условиями предъявляет особые требования к прочности, надежности и эксплуатационной пригодности причальных сооружений. Поэтому от проектировщиков требуется тщательная проработка конструктивных элементов данных причальных сооружений и применение испытанных передовых технологических решений, использованных при строительстве причалов СПГ в сопоставимых по сложности климатических условий районов мира, таких, например, как на проекте по разработке месторождения Snohvit («Белоснежка») в Норвегии. Это месторождение стало первым разработанным шельфовым месторождением природного газа в Баренцевом море, а завод по производству СПГ из газа, добытого на этом месторождении, стал первым заводом по производству СПГ в Европе. Этот завод был построен в норвежском Заполярье на скалистом острове Мелкойя (Melkøya) в Баренцевом море у города Хаммерфест (Hammerfest), расположенном на 70-й параллели. В данном районе в зимний период нередки суровые шторма с сильными ветрами, во время которых прибрежные сооружения забрызгиваются морской водой, от чего происходит обледенение причалов для отгрузки СПГ. Поэтому на стадии проектирования терминала СПГ были разработаны мероприятия по так называемой «винтеризации» (т. е. обеспечению возможности безопасной и надежной эксплуата-

ции строящихся сооружений в зимний период). В их состав было включено оборудование причалов системой трубопроводов с подачей горячей воды для растапливания льда и снега и другие мероприятия. Разработку мероприятий по винтеризации для данного завода СПГ и отгрузочного морского терминала СПГ выполнила канадская инженеринговая компания CDS Research LTD. Затраты на винтеризацию данного проекта были охарактеризованы как «чрезвычайные». Такая статья затрат тем не менее необходима для успешной реализации проектов строительства СПГ в высоких широтах, т. к. в районах Заполярья на график строительства в зимнее время влияние оказывает возможность выполнения строительных работ на объекте, которая существенно ограничивается в это время года комплексным воздействием сильного ветра, снега, отрицательных температур и обледенения. Так, в ходе реализации проектных решений на о. Мелкойя возникло большое количество изменений, что повлияло на стоимость проекта и график строительства.

Это еще раз указывает на необходимость особого внимания проектировщиков и строителей к разработке и реализации проектов по строительству заводов и причалов СПГ в арктических районах.

Важным условием при организации строительства проектируемых в настоящее время российских заводов и причалов СПГ в Заполярье (на Кольском полуострове в пос. Терiberка и на полуострове Ямал в пос. Сабетта) является использование стратегии максимального предварительного изготовления конструкций комплекса завода и терминала СПГ в районах с более благоприятными климатическими условиями и развитой инфраструктурой с последующей доставкой элементов сооружений на место строительства уже готовыми к установке и монтажу.

РУСТО.ОРГ
ТОРГОВЫЙ ДОМ

Ваша выгода — наша профессия

Торговый дом «Русторг» — это торговая компания, предлагающая широкий спектр резинотехнических изделий промышленного назначения

Крупногабаритные шины: BRIDGESTONE (Япония), MAXAM (Люксембург), ADVANCE (Китай), HUNG A (Корея), TITAN/GENERAL (США).

Конвейерные ленты: BRIDGESTONE, YOKOHAMA (Япония), HS R & A (Корея), DRB (Корея).

Морские отбойные устройства для причальных сооружений: BRIDGESTONE, YOKOHAMA (Япония), MARITIME INTERNATIONAL (США)

А также быстроотдающиеся гаки VIKING, лазерные системы контроля скорости при швартовке фирмы Marimatech (Дания)

География поставок охватывает всю территорию Российской Федерации и республик СНГ. Складской терминал расположен в г. Находке Приморского края, вблизи портовых площадок и развитого транспортного узла, что позволяет осуществлять доставку в кратчайшие сроки

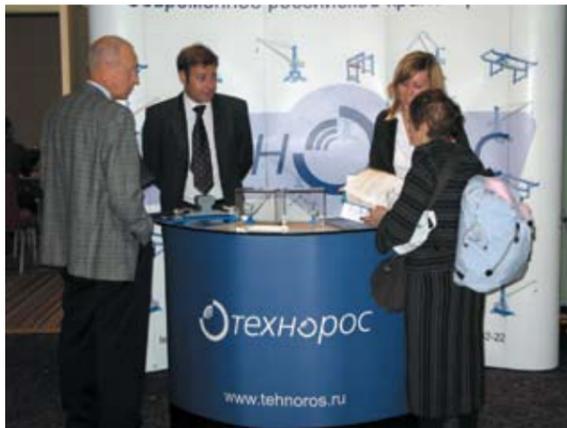
• БОЛЬШОЙ ВЫБОР •
• КАЧЕСТВЕННЫЙ ТОВАР •
• НАДЕЖНАЯ ГАРАНТИЯ •
• ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К КЛИЕНТУ •

Гибкая система цен и оплат позволяют осуществлять поставки как оптом, так и в розницу с максимальной выгодой для клиента

www.tdrustorg.ru

111250, Россия, г. Москва, ул. Лефортовский вал, д.16А
Тел.: +7 (495) 984-78-17, (495) 984-78-18
Тел./факс: +7 (495) 984-78-19

692900, Приморский край, г. Находка, ул. Портовая, 4
Тел./факс: +7 (4236) 69-80-68



НАУКА, ПРОИЗВОДСТВО, БИЗНЕС — ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПОРТОВ

30 сентября состоялась VI Международная конференция «Развитие портовой и терминальной инфраструктуры», которую организаторы — компания Black Sea Forum — в третий раз провели в Санкт-Петербурге. Конференция, основная задача которой — продвижение эффективных научных разработок и инновационных производственных решений для развития портовой инфраструктуры, на этот раз объединила более 80 специалистов из городов России, Германии, а также стран Балтии. Руководители и технические специалисты портов, проектировщики и строители, представители производственных компаний и бизнес-структур обсуждали и пути решения современных проблем портовой деятельности и новейшие разработки, позволяющие усовершенствовать портовую инфраструктуру и повысить эффективность портов.

Особый приоритет в содержании конференции был отдан современным технологиям защиты, ремонта и восстановления строительных конструкций в условиях агрессивной морской среды. Большой интерес у участников конференции вызвали разработки петербургской компании «Специальные промышленные покрытия» (напыляемая бесшовная гидроизоляция); материалы для протекторной защиты причальных и портовых сооружений ЗАО «Плакарт» (композиционные металлические, наноструктурированные газотермические покрытия); современные системы MASSCO для защиты морских ГТС от коррозии, представленные компанией «Индустриальные покрытия»; ремонтные и защитные составы EMASO (компания «БАСФ Строительные системы»). Опыт ремонта и восстановления морских сооружений и конструкций на основе применения современных технологий и материалов представили такие известные компании, как «Трида-Холдинг» и «Защита Конструкций-М».

Многие выступающие отмечали существующее в практике противоречие между требованием нормативных документов гарантировать большой срок службы портовых сооружений и их конструкций и существующими подходами к финансированию работ по эксплуатации и ремонту сооружений. Экономия и недофинансирование, как правило, приводят в итоге к большим экономическим ущербам, поскольку необходимые работы по защите сооружений и конструкций либо проводятся в ущербленном объеме и с опозданием, либо не проводятся вовсе.

Как опыт системного нормативного регулирования защиты портовых сооружений был рассмотрен французский стандарт защиты сооружений от коррозии, комментарии к которому дала ведущий специалист института «ЛенморНИИпроект» Р. А. Маркович. Стандарт представляет собой полное описание требований, мероприятий, методов защиты от коррозии в отношении всех видов морских сооружений (причальных, берегозащитных, подводных трубопроводов, нефтегазодобывающих платформ и т. д.) и включает детальное техническое описание каждого этапа и способа защиты различных конструкций, а также требования к покрытиям и покраске, методы проверки качества антикоррозионных материалов. Впервые в нормативной базе представлена целостная система антикоррозионной защиты сооружений и конструкций в морской агрессивной среде, которая дает четкие инструкции как для производителя материалов, так и заказчика, исполнителя работ и проверяющих, и четко обозначает критерии оценки состояния на этапе предварительной и окончательной приемки.

Особо активно на конференции обсуждался вопрос о качестве шпунтовых конструкций, потребности в которых у портов остаются стабильно высокими. Как отметил руководитель подразделения Торгового дома Трубной металлургической компании (ТМК) И. В. Варшавский, до сих пор в портовом строительстве широко используется трубошпунт, произведенный из труб, бывших в употреблении как минимум 25–30 лет. Безусловно, это создает угрозу функционированию сооружения, при этом юридически предъявить требования в случае аварии практически невозможно, т. к. на б/у материалы нет нормативной документации, отвечать расчетным характеристикам они не могут, следовательно, любые гарантии качества бессмысленны.

В продолжение разговора о стальных свайных конструкциях технический директор Изоляционного трубного завода В. Б. Билоненко подчеркнул, что важнейшим требованием к качеству металлических конструкций должна быть их антикоррозионная защита, произведенная в заводских условиях. Такая продукция, которую сегодня производят и в России, однозначно надежнее, чем неокрашенные конструкции, поставляемые для строительства. Эта тема поднималась еще в прошлом году на V конференции, и специалисты по антикоррозионной защите на цифрах подтвердили преимущество

окрашенных в условиях производства свайных конструкций. И в этом году российские производители представили эффективные решения обозначенной проблемы.

В вопросах проектирования и строительства портовых сооружений были представлены инновационные проектные и технологические решения при строительстве намывных сооружений. Об этом на примере торгового порта Усть-Луга и пассажирского морского порта Санкт-Петербурга «Морской фасад» говорила главный инженер проекта, зав. лабораторией гидротехнических работ ВНИИГС В. И. Каминская, продемонстрировав современные подходы и инженерные разработки в портостроении.

Руководитель группы портов института «Ленгипроречтранс» А. В. Колгушкин, который одновременно выступал

в роли модератора конференции, в своем докладе подчеркнул, что проектирование портовых сооружений должно исходить прежде всего из прочностных характеристик, и решение финансовых вопросов, так же как и сроков, должно определяться на основании того срока службы сооружения, которое определено нормативной базой.

В целом отличием этой конференции стала единая позиция специалистов портов, проектировщиков, строителей, представителей бизнес-структур относительно надежности портовых сооружений и качества всех его составляющих. Прочность, надежность, качество должны однозначно быть главными постулатами при строительстве и эксплуатации портовых сооружений.

Материал подготовлен Т. В. Ильиной

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

VOSTA.LMG

- Комплексные решения
- Компоненты/системы TSHD
- Компоненты/системы CSD/WSD
- Конструирование/исследования и разработки

www.vostalmg.com
info@vostalmg.com

О НЕГАТИВНЫХ ТЕНДЕНЦИЯХ В БЕРЕГОЗАЩИТЕ НА ЧЕРНОМОРСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ



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

Мигоренко А. В.,
ст. преподаватель кафедры городского строительства Сочинского государственного университета

Морские пляжи являются наиболее значимым рекреационным ресурсом курортных городов Кубани, да и всей России. Поэтому задача сохранения, восстановления и развития береговой пляжной зоны является жизненно важной для региона.

Черноморское побережье Краснодарского края весьма насыщено бетонными берегозащитными сооружениями. Это объясняется необходимостью защиты пляжей, курортной инфраструктуры и полотна Северо-Кавказской железной дороги, которая на большом протяжении (около 120 км) вынужденно проходит непосредственно по берегу от Туапсе до Сочи.

Однако сейчас в различных публикациях и выступлениях только ленивый не называет береговую зону от Туапсе до Адлера «кладбищем бетона», «грудой развалин» и т. д. и т. п. В общем, по мнению этих ораторов, те, кто проектировал и строил все эти инженерные сооружения, были, по меньшей мере, недоумками.

В этой связи нелишне отметить, что комплексная берегозащита пляжной зоны, к примеру, в центральной части г. Сочи — Приморской набережной, включающая террасирование склонов, подпорные стены, верхнюю и нижнюю набережные, бетонные бунны, волноломы и искусственно отсыпанные в межбунные отсеки пляжи, является классической для условий приглубого побережья с тяжелыми волновыми условиями и острым дефицитом естественного поступления наносов. Эта комплексная система берегозащиты не имеет аналогов в мире.

Что касается того, что эта классическая система все больше напоминает «кладбище бетона», то это вина тех, кто нещадно эксплуатирует систему берегозащиты без ремонтов и пополнений пляжей уже около 40 лет. Вообще-то класс капитальности берегозащитных сооружений принимается равным IV, т. е. расчетный срок их службы составляет 25 лет. Так чего же ожидать от бун и волноломов, которые прослужили уже в полтора раза дольше, чем расчетный срок, причем без всякого ремонта. Но все еще как-то выполняют свои функции.

Здесь также необходимо отметить, что галечные пляжи, как свободные, так и при наличии сооружений, теряют в год примерно 3–5% от своего объема на истирание. То есть за 40 лет эксплуатации без подпиток от пляжей в межбунных отсеках даже теоретически не должно ничего остаться (как оно фактически и есть на самом деле).

За последние 5–7 лет все большее распространение на Черноморском побережье Краснодарского края получают каменнонабросные бунны вместо бетонных. Откуда же взялась эта тенденция?

История вопроса такова. После распада СССР в Краснодар прибыли ученые из объединения «Грузморберегозащита». В свое время ими был создан свободный галечный пляж в г. Гагры. Отсыпку производили из материала, полученного в результате прокладки тоннелей на автодороге в обход Гагр. Т. е. материал был в достаточном количестве. Пляжным материалом даже засыпали старые бунны. Отсыпанный свободный пляж был разрекламирован на весь мир как необыкновенно удачное проектное решение. Однако в настоящее время этот пляж сместился к югу и без эксплуатационных пополнений сильно истощился. Старые бунны вновь обнажились. Это свидетельствует о том, что без значительных эксплуатационных пополнений обеспечить устойчивость свободных пляжей на Черноморском побережье Кавказа практически невозможно.

Прибыв в Краснодар, специалисты «Грузморберегозащиты» стали активно критиковать сложившуюся на Черноморском побережье России практику защиты берегов путем сочетания пляжей с пляжеудерживающими сооружениями в виде бетонных бун, волноломов и волнозащитных стен и пропагандировать создание свободных пляжей без пляжеудерживающих сооружений (как в Гаграх).

Было сделано несколько попыток создания таких пляжей. Однако они не увенчались успехом, т. к. на Черноморском побережье России почти на всем протяжении имеется ярко выраженный вдольбереговой поток наносов, направленный с северо-запада на юго-восток.

В этой связи нелишне напомнить основные положения морской берегозащиты. В инженерной защите любой прибрежной морской территории возможны три варианта проведения мероприятий:

1. Полный отказ от вмешательства в ход береговых процессов. В этом случае должна быть определена ширина динамичной части береговой зоны, т. е. полосы берега, в которой возможны штормовые деформации, и сделан прогноз этих деформаций на заданное количество лет (например, на расчетный срок службы тех или иных инженерных сооружений — пансионатов, санаториев, дорог, коммуникаций и т. п.). После этого даются рекомендации по размещению



Рис. 1. Свободный галечный пляж в пос. Горный Воздух г. Сочи к востоку от устья р. Лоо

капитальных инженерных сооружений вне динамичной части береговой зоны, в то время как в последней могут размещаться только временные объекты.

Однако такой подход заслуживает внимания в тех случаях, когда ведется комплексное проектирование крупных объектов в береговой зоне с нуля. Т. е. объект проектируется на свободной, не застроенной и не освоенной прибрежной территории и при этом площади со стороны берега не ограничены. Для условий Черноморского побережья Краснодарского края, ввиду исключительно большого количества капитальных объектов в береговой зоне, такой вариант обычно является неприемлемым.

2. Создание и поддержание в эксплуатационном состоянии свободных пляжей без пляжеудерживающих сооружений (бун или волноломов). Такой вариант возможен в следующих случаях:

- относительно закрытые от волнения естественные или искусственные бухты;
- протяженные (3 и более км) участки берега, где вдольбереговые перемещения наносов в среднем за год одинаковы в обе стороны от нормали к береговой линии, т. е. создается относительное динамическое равновесие пляжа внутри некоторой литодинамической системы;
- участки вблизи мощных источников естественного поступления наносов в береговую зону. Как правило, это приустьевые участки рек (рис. 1).

В остальных случаях эксплуатационные пополнения свободных искусственных пляжей требуют больших объемов ежегодных подпиток и без того остродефицитным инертным пляжеобразующим материалом (т. е. приходится «засыпать море») и потому экономически не целесообразны.

К таким «остальным случаям» относится практически все Черноморское побережье Краснодарского края, на котором почти нет естественных бухт, а вдольбереговое перемещение наносов, как уже отмечалось, происходит однонаправленно с запада на восток. Причем, ввиду относительно крутых уклонов берегового склона, к берегу, не теряя своей энергии, подходят большие волны (до 10 м высотой), которые при косом подходе способны перемещать вдоль берега колоссальные объемы пляжевого материала.

3. Создание пляжей под защитой пляжеудерживающих сооружений. При этом пляжеудерживающими сооружениями являются бунны, препятствующие вдольбереговому переносу наносов, и волноломы, которые служат для разрушения волн и перевода их энергии в энергию турбулентности. Тем самым

уменьшается способность волн перемещать пляжевые наносы вдоль берега.

Последний вариант инженерной защиты является, по сути, единственным реально возможным в условиях Черноморского побережья Краснодарского края.

Именно к такому выводу и пришли уважаемые коллеги из «Грузморберегозащиты» после ряда неудачных попыток создания свободных пляжей. Однако они стали активно пропагандировать, проектировать и строить каменнонабросные бунны и волноломы взамен бетонных конструкций. Мотивируется это «близостью каменных конструкций к природе».

В действительности причина уже довольно широкого распространения каменнонабросных бун куда более тривиальна — они гораздо дешевле бетонных бун при строительстве. Строительство классических бетонных бун требует наличия береговых полигонов по изготовлению бунных блоков массой от 40 до 99 т. К таким полигонам должен подходить плавкран грузоподъемностью 100 т. Строительство ведется с воды. Работа плавкрана и водолазной станции, обеспечивающей выравнивание дна под установку бунных блоков, требует существенных эксплуатационных затрат, в том числе при штормовой погоде, когда строительство не ведется.

Для строительства же каменнонабросных бун достаточно самосвалов, экскаватора и автокрана грузоподъемностью 20 т. Строительство ведется пионерным способом с берега.



Рис. 2. Недавно построенная, но уже полуразрушенная каменнонабросная бунна



Рис. 3. Бетонная плита поверх каменноталросной буны



Рис. 4. Подмыв под бетонной плитой

Во время штормов техника отстаивается на берегу и не требует практически никаких эксплуатационных затрат.

Однако здесь следует отметить, что и для строительства бетонных бун уже давно разработаны методы строительства с берега. А именно — автокраном на подготовленное основание устанавливаются пустотелые бетонные блоки, которые затем заливаются бетоном с берега с использованием бетонного насоса. В итоге получается практически монолитная бетонная бун. Такие бун, причем криволинейного очертания в головных частях, построены одним из авторов совместно с инженером И. А. Королевым на акватории санатория «Юг» в г. Сочи.

В отношении каменноталросных бун необходимо отметить и еще одно немаловажное обстоятельство. Если использовать для расчета устойчивости камня в бунх нормативную формулу 1:

$$m = \frac{3,16k_{fr} \rho_m h^3}{\left(\frac{\rho_m}{\rho} - 1\right)^3 \sqrt{1 + \text{ctg}^2 \varphi}} \sqrt{\frac{\lambda}{h}}, \quad (1)$$

то в волновых условиях Черноморского побережья (высота волны в головных частях бун 3–4 м) камень должен иметь массу 4–6 т. Попробуйте найти, погрузить, привезти и уложить такие «камешки». Практически это нереально. Поэтому сооружения строятся на самом деле из камня гораздо меньшей массы (0,5–1 т, рис. 2) и, соответственно, быстро разру-



Рис. 5. Отдыхающие на каменноталросной буне

шаются волнами. При этом камень «растаскивается» вдоль берега, что полностью лишает его рекреационных качеств.

Имеют место попытки устройства поверх каменной наброски бетонной плиты (рис. 3). Однако, поскольку каменное основание деформируется (рис. 4), то очевидно, что недолго ждать, когда плита разломится, и тогда на побережье кроме каменных джунглей действительно будет еще и кладбище бетона.

Кроме того, каменноталросные конструкции представляют серьезную опасность для купающихся людей даже при рядовом волнении. Несмотря на запреты, отдыхающие лезут на камни, подвергая себя серьезной опасности получить травму (рис. 5). Поэтому в Своде правил по берегозащите [2] в п. 10.12 прямо указано, что «Использование набросных конструкций из камня или фасонных массивов в сооружениях постоянного типа в зонах, отведенных для морского купания, не допускается». Таким образом, строительство каменноталросных сооружений в рекреационных зонах является прямым нарушением нормативного документа. В этой связи непонятно, как подобного рода проекты проходят государственные экспертизы, которые призваны проверять проектные решения на соответствие нормативным документам.

Есть и еще одно негативное отличие каменноталросных бун от традиционных бетонных. В межбунном отсеке с бетонными бунами купаться можно по всей длине отсека, поскольку грани бун вертикальные. В отсеке же с каменноталросными бунами, боковые грани которых представляют собой откосы, купаться можно только в зоне вне откосов. В результате для купания остается примерно половина акватории отсека.

Таким образом, происходящее в настоящее время массовое строительство каменноталросных бун на Черноморском побережье Краснодарского края ведет к резкой деградации побережья с точки зрения его рекреационных качеств. С полным основанием можно утверждать, что побережью грозит техногенная катастрофа. По-видимому, руководству края необходимо принять специальное волевое решение о категорическом запрете этого строительства.

Литература

1. СНиП 2.06.04-82*. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов) Госстрой СССР. — М.: Стройиздат, 1995.
2. Проектирование морских берегозащитных сооружений. СП 32-103-97. — М.: Трансстрой, 1998.



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 при 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

ЭКОСИСТЕМА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ РАСКРЫВАЕТ СВОИ ТАЙНЫ И ДЕМОНИСТРИРУЕТ ВЫСОКОЕ БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ

22–26 августа 2011 г. в Санкт-Петербурге прошел 8-й Научный конгресс по Балтийскому морю (The Baltic Sea Science Congress), ставший традиционным международным форумом ученых стран Балтийского региона. Конгресс проводится один раз в два года. Россия принимала участников конгресса впервые, что накладывало на организаторов определенную ответственность. Обычно этот форум организуется тремя неформальными научными сообществами: конференцией Балтийских океанографов, Балтийскими морскими биологами и Балтийскими морскими геологами. Представители этих объединений вошли в локальный оргкомитет, созданный на базе Российского государственного гидрометеорологического университета (РГГМУ). Именно на локальный оргкомитет легла основная ноша по организации и проведению конгресса. Научная программа конгресса была сформирована членами международного оргкомитета, включающего организаторов секций — членов указанных сообществ, в кооперации с сотрудниками Программы Европейского Союза совместных исследований и развития Балтийского моря (BONUS) и российских профильных научно-исследовательских организаций (Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Зоологического института РАН, Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А. П. Карпинского и др.).

В связи с необходимостью ликвидировать отставание в сфере научных разработок по обеспечению устойчивости и безопасности морских и прибрежных экосистем 8-й Конгресс собрал ученых и специалистов по проблемам Балтийского моря вместе с молодыми исследователями под девизом: «Совместные научно-исследовательские разработки для устойчивого управления экосистемами». Тематика конгресса охватила комплексные междисциплинарные исследования в области физики, геологии, химии, биологии, климатологии и социально-экономических наук. В рамках конгресса экспертами было прочитано шесть заказных лекций (из них три — российскими учеными), состоялось двадцать пленарных докладов (для всех участников). Основная работа велась в рамках восемнадцати секций, на которые было представлено 204 устных и 134 стендовых доклада.

Впервые в практике конгресса были организованы секции «Геология и археология: затопленные голоценовые ландшафты Балтийского моря», «Продукция, перенос и эмиссия трассерных газов», «Механизмы, определяющие вариabельность биологических компонентов в Балтийском море», «Экологическая геология и опасные геологические процессы Балтийского моря и его береговой зоны», «Моделирование как поддержка управленческой деятельности», «Управление научными знаниями о среде Балтийского моря».

Еще одна инновация конгресса — неформальная встреча молодых исследователей Балтики, на которой в игровой форме обсуждалась тематика следующего конгресса, который планируется провести в г. Клайпеде (Литва) на базе Клайпедского университета.

Главной научной сенсацией конгресса стал пересмотр концепции низкого уровня биологического разнообразия экосистемы Балтийского моря. Эта концепция была разработана еще в 1930-х гг. немецкими исследователями во главе с А. Ремане, который объяснял небольшое число биологических видов, приспособившихся к жизни в водах Балтики, «неудоб-

ной» для организмов соленостью. Балтийское море относится к так называемым солоноватоводным водоемам. Для пресноводных организмов балтийские воды являются слишком солеными, а для морских — излишне распресненными. Проведенные в последние годы совместные исследователи российских и немецких ученых, однако, показали, что на уровне микроорганизмов (одноклеточных, бактерий и протистов) уровень биологического разнообразия экосистемы Балтийского моря чрезвычайно высокий, так что говорить о «скудости» или «бедности» этого водоема — означает совершать большой экологический просчет. Конечно, оценить разнообразие микроорганизмов возможно только с использованием специальной аппаратуры, что и было показано в докладе Ирины Телеш, Хендрика Шуберта и Сергея Скарлато. Для наблюдателя, невооруженного современными оптическими приборами, этот микромир остается недоступным для изучения. Несмотря на свою незаметность, микроорганизмы играют чрезвычайно важную, а возможно — лидирующую роль во всех процессах, протекающих в Балтийском море, таких как образование, перенос и разложение органического вещества. При планировании любой деятельности «скрытое разнообразие» микроорганизмов необходимо принимать во внимание и учитывать возможные последствия микробной активности. От концепции же низкого биологического разнообразия экосистемы Балтийского моря, очевидно, придется отказаться.



Интересно отметить, что немецкая научная делегация прибыла в Петербург на исследовательском судне «Элизабет Манн-Боргезе», пришвартованном на время конгресса у Морского вокзала (фото). Судно названо в честь дочери классика немецкой литературы Томаса Манна, посвятившей свою жизнь изучению Мирового океана. Профессор Элизабет Манн-Боргезе является автором нескольких монографий и учебников по морской экологии, которые переведены на многие европейские языки, в том числе на русский.

Материал подготовили:

Рябенко В., председатель Международного научного комитета;
Шилин М., член Международного научного комитета.

Детальная информация о конгрессе размещена на сайте <http://www.bssc2011.org/>.



16-18
МАЯ 2012
Москва
Гостинный Двор

III МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ «МОРСКАЯ ИНДУСТРИЯ РОССИИ»

Цели Форума:

- Обеспечение поддержки государственной политики по модернизации и развитию судостроительной политики
- Развитие гражданского отечественного судостроения
- Совершенствование инженерной инфраструктуры портов и терминалов
- Обеспечение мобильности рынка судостроительной продукции
- Создание необходимого информационного поля и площадки для дискуссий
- Развитие связей между российским и иностранным производителем в сфере судостроения и портовой инфраструктуры, привлечение инвестиций
- Продвижение российской судостроительной продукции на существующий рынок товаров и услуг
- Консолидация специалистов, представителей науки, производства, бизнес-сообщества, руководителей региональных и федеральных структур

Тематика форума:

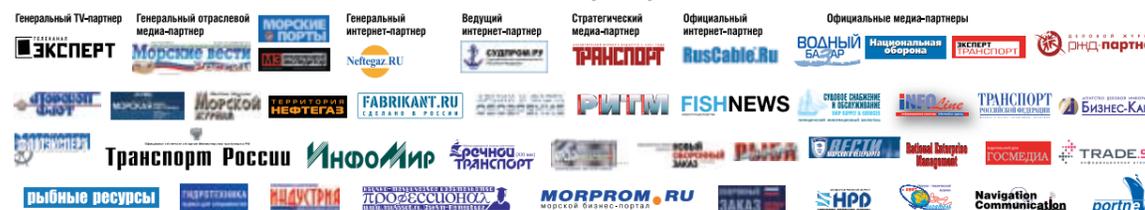
- Судостроение, судоремонт, утилизация судов
- Системы энергообеспечения и движения судов
- Судовые системы навигации и управления
- Общесудовые и специальные системы и устройства
- Судостроительные материалы и технологии
- Освоение минерально-сырьевых ресурсов океана и шельфа
- Промышленное рыболовство
- Портовая инфраструктура, оборудование и технологии
- Строительство водных путей и гидротехнических сооружений
- Морские и речные перевозки
- Отраслевые услуги: фрахт, агентирование, лизинг, охрана водных ресурсов, подготовка специалистов и подбор кадров, сюрвейерское обслуживание, страхование, юридические и финансовые услуги

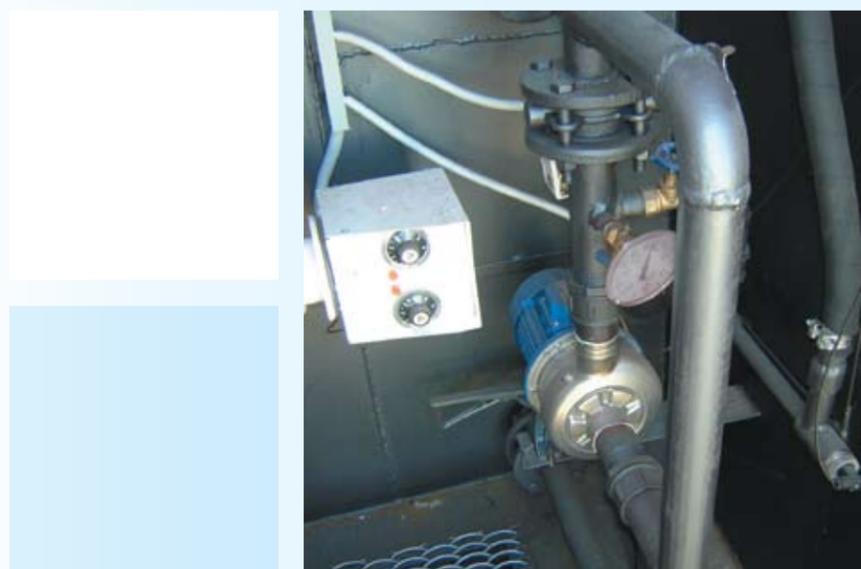
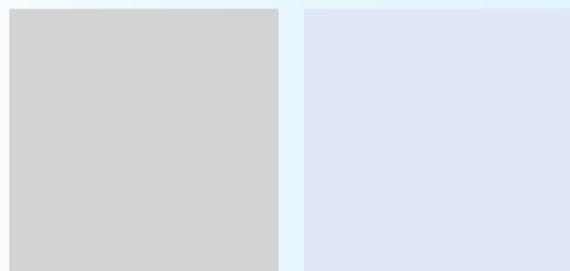
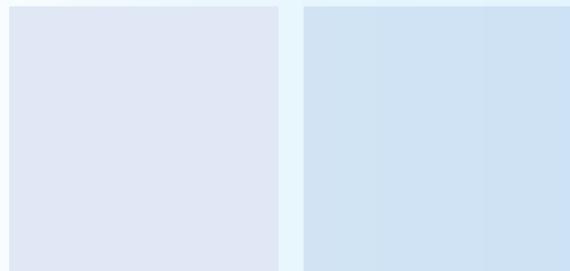
По вопросам участия в Форуме обращайтесь:
Тел./факс: +7 (495) 980-45-66, www.mir-forum.ru, e-mail: forum@mir-forum.ru

Официальная поддержка и организаторы



Медиа партнеры:





ООО «М СПЕЦСТРОЙ»: ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ В РУКАХ ПРОФЕССИОНАЛОВ



Строительная компания ООО «М Спецстрой» была создана в 2004 г. и объединила выпускников разных лет факультета «Мосты и тоннели» Сибирского государственного университета путей сообщения. Профессионалы, многие из которых имеют опыт строительства Байкало-Амурской магистрали, метрополитенов Днепропетровска, Алма-Аты, Новосибирска, шахт Кузбасса и т. д., за короткий период привели компанию к высоким результатам и постоянной востребованности, т. к. были способны обеспечить решение сложных задач и выполняли строительномонтажные работы с гарантией качества и надежности возводимых или реконструируемых объектов, в четком соответствии проектно-сметной документации. Руководитель предприятия Дмитрий Геннадьевич Авилов.

ООО «М Спецстрой» является членом СРО НП МНОС «Сибирь», свидетельство № 0172.04.-2011-5402189122-С-097.

ООО «М Спецстрой» специализируется на следующих видах работ:

- ♦ закрепление грунтов;
- ♦ возведение и ремонт бетонных и железобетонных конструкций;
- ♦ устройство и капитальный ремонт наружных сетей водопровода и канализаций и др.

Основным направлением ООО «М Спецстрой» являются строительномонтажные работы по **восстановлению прочностных, геометрических, а при необходимости и гидротехнических характеристик железобетонных и кирпичных конструкций** путем торкретирования, применяется метод сухого торкретирования с приготовлением смеси непосредственно на строительной площадке, что позволяет быть более мобильными и не зависеть от бетонных заводов и работать в круглосуточном режиме (что резко сокращает сроки строительства) и вести работы на объектах без постоянного энерго- и водообеспечения.

Организация тесно сотрудничает с проектным институтом «Сибгипрокоммуналканал» и входит в число основных подрядчиков МУП «Горводоканал» Новосибирск.

Для примера. В сентябре 2010 г. бетонная смесь, произведенная ООО «М Спецстрой» (мелкозернистый бетон В15 F150 W4, полученный методом торкретирования), была протестирована на стеновых панелях азотенка № 10 очистных сооружений канализации МУП «Горводоканал» г. Новосибирска. На основании полученных результатов фактический класс бетона составляет **Вф-32,81**.

На счету компании — капитальный ремонт и реконструкция резервуаров чистой воды, скорых фильтров очистки и других объектов на насосно-фильтровальных станциях города, капитальный ремонт первичных и вторичных отстойников, реконструкция азотенок, капитальный ремонт подводящих коллекторов, контактных резервуаров, метантенков и т. д.

Сегодня ООО «М Спецстрой» — строительная компания с репутацией надежного партнера, имеющая развитую внутреннюю инфраструктуру, современное техническое оснащение, активно участвующая в обеспечении двухмиллионного города Новосибирска чистой водой, которая на протяжении последних лет постоянно занимает призовые места в России по качеству очистки.



ООО «М СПЕЦСТРОЙ»

**630001 г. Новосибирск,
ул. Дуси Ковальчук, д. 20/1
Тел./факс (383) 362-0908
E-mail: m-specstroy@mail.ru**



В предыдущем номере журнала «ГИДРОТЕХНИКА» (№3 / 2011) была опубликована статья Г. В. Мельника (ОАО «Гипроречтранс») и С. Н. Левачева (МГСУ) об экологических проблемах строительства канала «Евразия» (с. 72–74), которая вызвала широкий отклик читателей. Продолжают обсуждение поднятых проблем специалисты Северо-Кавказского федерального округа — представители НП СРО «Гильдия строителей СКФО», Фонда им. Н. К. Байбакова, ОАО «ЧиркейГЭСстрой», выступающие в поддержку строительства канала «Евразия».

ПРОЕКТ «ЕВРАЗИЯ» — ПРОРЫВ В БУДУЩЕЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА



Гаджиев Г. А.,
президент корпорации промышленников и предпринимателей «Ватан», генеральный директор отделения фонда «Содействие экономическому развитию» им. Н. К. Байбакова по СКФО, член Совета строителей СКФО



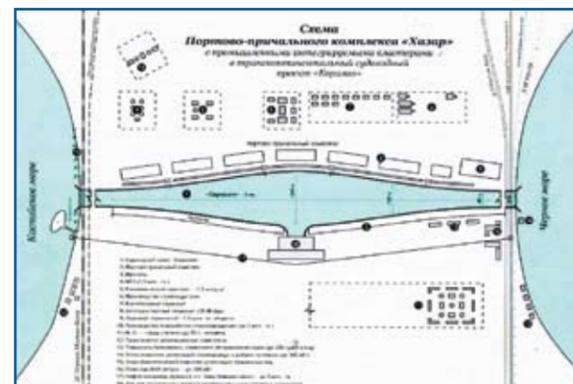
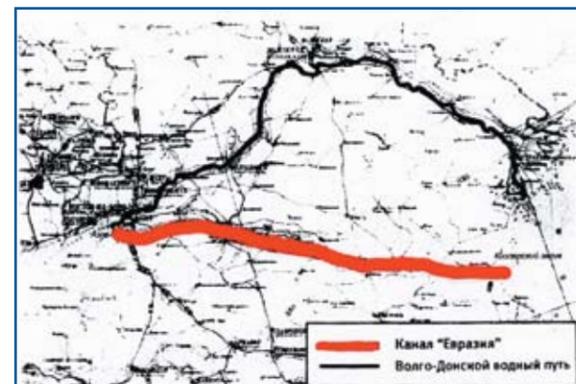
Шахбанов А. Б.,
генеральный директор СРО «Гильдия строителей Северного Кавказа», член Совета НОСТРОЙ РФ (Махачкала)

Борьба за ВТС («Евразия» — Волга — Дон — 2») вышла на финишную прямую. Россия теряет время и деньги, забалтывая главное, игнорируя очевидные характеристики и приоритетность проекта «Евразия», не имеющего аналогов и конкуренции в мировой логистической системе, в первой половине XXI в. Геополитическое, стратегическое значение, независимое от внесистемных субъектов, судоходного трафика «Евразия» еще не получило должной оценки. «Окно, пробитое в Европу» великим реформатором Петром I, по аналогии, дает исторический шанс «распахнуть настежь ворота» на Ближний Восток, Азию, Африку и Западную Европу, предпосылки к которому нам оставили предки, основав на Каспии Порт-Петровск (ныне Махачкала).

Каспийское море — замкнутый водоем, где сосредоточено более 80% мировой уникальной биопродукции. Подтвержденные в последние десятилетия шельфовые запасы углеводородного сырья (до 10–12 млрд т) давно уже вызывают нездоровый ажиотаж внесистемных «партнеров» России, объявивших данную территорию регионом своих «национальных интересов». В финансировании проектов разведки, добычи нефти уже участвуют более 200 иностранных компаний. При этом нужны адекватные меры, обеспечивающие сохранение флоры и эко-

номических интересов России. Международное сообщество (ООН — ЮНЕСКО) должно взять под свою охрану водоем с уникальными ресурсами, экологическая судьба которых при неразделенности Каспия и даже нормативных потерях при добыче никем не квотируемых и не контролируемых объемов нефти и их транспортировке — весьма предсказуема и более катастрофична, чем последствия аварии в Мексиканском заливе. Одним из основных макроэкономических проектов, решающих в большей части эти проблемы, является судоходный трафик «Евразия», который, в совокупности с инициативами Ирана, по аналогичному каналу (ТЭО которого уже готово), соединяющему Каспий с Персидским заливом, прорывает «естественное замкнутое водное кольцо Каспия», обеспечивает перевозку, перевалку более 100 млн т в обе стороны от моря.

Хотим не только поддержать авторов статьи «Евразия» и «Волга — Дон — 2» — сопоставление не сопоставимого» («Гидротехника» № 113 (24), которые весьма профессионально осветили экологический аспект проекта, но и выразить свое отношение к проекту. Проработав десятки лет в гидротехническом строительстве, участвуя и руководя строительством самых крупных ГЭС на Северном Кавказе и в других



регионах, мы имеем возможность не только оценить принимаемые решения, но и, исходя из опыта, предложить новые технические, экологические, социальные и стратегические инициативы.

Корпорацией «Ватан», в сотрудничестве и при информационной, технологической поддержке международного фонда «Содействие экономическому развитию» им. Н. К. Байбакова, СРО «Гильдия строителей Северного Кавказа», ОАО «ЧиркейГЭСстрой» (крупнейшей гидростроительной компанией) разработана «Концепция стратегии геополитического развития Северного Кавказа», базирующаяся на проекте «Евразия» и развивающая его.

Концепция предусматривает строительство портово-причального комплекса в районе пересечения канала и основных федеральных авиа-, железнодорожных, нефтегазовых и энергетических коммуникаций в степи, вблизи Кизлярского залива Каспийского моря. Портово-причальный комплекс по периметру обустраивается 18-ю промышленными кластерами, которые обеспечивают переработку основного ориентированного на экспорт сырья регионов СКФО, а также предусматривает строительство моногорода — «Делового логистического центра» СКФО, рассчитанного на 65–70 тыс. человек. Концепция предполагает прокладку нефтепровода (7–8 млн т) вдоль канала с запиткой от «танкера-матки», с попутной врезкой (3–3,5 млн т) в нефтепровод «Баку — Новороссийск», который периодически является полупустым и представляет экологическую опасность из-за технического износа.

Концепция включает несколько взаимосвязанных проектов, каждый из которых может дать мультипликативный эффект для регионов СКФО, ЮФО и других российских регионов, организуя до 200 тыс. новых рабочих мест. Учитывая, что основная функция проекта «Евразия» — транспортировка углеводородного сырья, концепцией предусмотрено строительство НПЗ производительностью 5 млн т с переработкой газа и газогидратов. В предлагаемой концепции канал с инфраструктурой обеспечивает транспортировку, перевалку, переработку углеводородного сырья и продукции объемом более 50 млн т в государства Черноморского, Средиземноморского бассейна и Западной Европы (такие объемы не под силу даже трем проектам «Волга — Дон — 2»).

Остановимся подробнее на некоторых проектах, составляющих основу концепции.

Портово-причальный комплекс

Единовременно обслуживает 10–13 сухогрузов, танкеров, обеспечивая их бункеровку и сервисное обслуживание, а также перевалку, перевозку более 4 млн т сухогрузов (проект «Автотранспортные, контейнерные перевозки» «Европа — Россия — Ближний Восток — Азия» в рамках ФЦП «Север — Юг»).

Проекты АПК — перерабатывающие комплексы — включают более 12 наименований сельхозпродукции и зерновой терминал, позволяют в схемах производственно-потребительской кооперации с регионами вовлечь в партнерство весьма существенное количество фермеров, субъектов малого бизнеса.

Проект утилизации термальных вод, залежи которых находятся в районе прокладки канала, позволяет не только развивать энергетические и биологические проекты, но и извлекать до 8 позиций редкоземельных элементов. Их поставки позволяют реанимировать 4–5 прежних заводов теле-, радио-, электронной промышленности, ранее функционировавших в регионах ЮФО, а также обеспечат поставки в ВПК, металлургическую промышленность и экспорт. Большая часть этих компонентов завозится в Россию из Китая, Южной Америки. В перспективе проекты могут тиражироваться в Ставропольском крае, Астраханской области с аналогичными, насыщенными для промышленной добычи термальных вод.

Концепция также предусматривает завод строительных материалов, с выпуском до 420 тыс. м² доступного жилья в год, работающий по европейским инновационным технологиям, разработку недр, нерудных материалов. Учитывая существующий дефицит

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО САМОРЕГУЛИРУЕМАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ «ГИЛЬДИЯ СТРОИТЕЛЕЙ СЕВЕРНО-КАВКАЗСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА»

Некоммерческое партнерство Саморегулируемая организация «Гильдия строителей Северо-Кавказского федерального округа» (рег. № СРО-С-028-17082009) создана с целью защиты прав и законных интересов ее членов, ведущих профессиональную деятельность в области строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства.

Основными задачами Гильдии являются:

1. Предупреждение вреда жизни и здоровью физических, юридических лиц и их имуществу, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, сохранности объектов культурного наследия Российской Федерации;
2. Повышение качества реконструкции, строительства, капитального ремонта объектов капитального строительства, подготовка квалифицированных кадров и их аттестация.

Гильдия проводит работу по привлечению инвестиций под свои проекты, инициируемые как самой Гильдией, так и членами партнерства, рассматривая в комплексе факторы подготовки и аттестации кадров строительного комплекса, выстраивая систему финансирования через формирование залогового фонда партнерства. Уже сегодня Гильдия имеет системные предложения о сотрудничестве в области жилищного строительства и в строительстве ГЭС и АПК от канадских, турецких и других европейских и российских фондов и банков.

Гильдия осуществляет всестороннюю поддержку малому бизнесу. Выстроены прочные партнерские отношения с членами Гильдии, оказывается содействие в осуществлении профессиональной деятельности как на федеральном, так и на местном уровнях.

На сегодняшний день Гильдия объединяет:

- 286 строительных организаций, в основном предприятия, работающие в области дорожного, энергетического и промышленно-гражданского строительства;
- 25000 высококвалифицированных специалистов различных профессий.

Механовооруженность членов Гильдии:

- экскаваторный парк — 456 куб. м/ковшом;
- бульдозерный парк — 85500 л. с.;
- автотранспорт, суммарная грузоподъемность — 13485 т.

Годовой объем выполненных членами Гильдии работ — 21,5 млрд руб.

Аккредитованы шесть строительных лабораторий. Компенсационный фонд Гильдии по состоянию на 8 августа 2011 г. составляет 110891000 руб.

367014 Республика Дагестан, г. Махачкала,
пр. Акушинского, 98 е, 4 этаж
Тел./факс: (8722) 60-28-70, 60-28-71,
60-28-72, 60-28-73, 60-28-74
E-mail: office@gilds.ru, www.gilds.ru

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ОБЩЕСТВЕННЫЙ ФОНД
«ФОНД СОДЕЙСТВИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКОМУ РАЗВИТИЮ
ИМ. Н. К. БАЙБАКОВА»**

Среди основных целей и задач Фонда:

- содействие формированию и реализации программ и проектов, способствующих широкому внедрению самых передовых достижений в области науки, технологий и техники, а также повышению эффективности в различных отраслях промышленности и экономики в целом;
- поддержка инициативных предложений и проектов отдельных ученых, научных коллективов и сообществ;
- анализ мировых достижений в области науки и технологий и техники, изучения и распространения мирового опыта;
- научно-техническая и информационная поддержка законодательских инициатив по ключевым проблемам эффективного и устойчивого развития экономики в условиях рынка.

Основные направления деятельности Фонда:

- развитие материально-технической базы, необходимой для содействия устойчивому развитию научно-технического потенциала предприятий и организаций Российской Федерации, стран СНГ и зарубежья;
- обеспечение отбора, независимой общественной экспертной оценки поступивших новых энергоэффективных и экологически чистых технологий, оборудования, проектов;
- финансирование разработки и реализации проектов и программ, способствующих решению задач, стоящих перед Фондом;
- организация семинаров, научно-технических конференций, технических визитов и конкурсов по перспективным направлениям исследований в области нефтяной и газовой промышленности;
- присуждение премий, почетных дипломов Фонда ученым, специалистам, за конкретный вклад в обеспечение целевых задач Фонда.

123610 Москва, Краснопресненская наб., 12, подъезд 6, офис 330
Для почтовых отправок:
119991 Москва, Ленинский пр., 63/2
Тел./факс (495) 258-10-54
E-mail: fondbaybakova@mail.ru
www.fondbaybakova.ru

энергии и надвигающийся в электроэнергетике по Югу России (4,5–5,4 мВт к 2015 г.), основополагающими в концепции представлены **проекты электроэнергетики для собственных нужд** (до 1–1,3 т мВт):

- ♦ Локальные малые, средние ГЭС (600–800 МВт) в регионах СКФО с районными, межрайонными энерготранспортными системами непосредственно от генерирующих мощностей к потребителям, что снизит тарифы на электроэнергию в 1,5–2 раза.
- ♦ Ветрополигоны (70–100 МВт) по «розе ветров» с Каспия и вдоль канала по Дагестанским, Калмыцким степям, где круглогодично преобладают ветра.
- ♦ Утилизация вод Черного моря с переработкой сероводорода в электроэнергию (300–360 МВт) — инновационные технологии, ОКР пионерных проектов в развитии.
- ♦ Мини-энергомодули колебательного типа (10–25 МВт), устанавливаемые на водоподводящих водоводах от рек Терек, Кума, Маныч для пресноводного шлюзования канала. Также рассматриваются энергосистемы в режиме ГАЭС: по системам насосных станций — регуляторов шлюзования.

Канал, его инфраструктура и иницируемые концепцией проекты весьма энергоемки, но рассматриваемые нами мероприятия не только не обременят энергосистему МРСК, более того, решая социальные проблемы в горных районах по тарифным нагрузкам на местах, используют высвобождающуюся дорогую электроэнергию в экономически эффективных проектах «Евразия».

Подвод паводковых и излишних водных ресурсов рек Терек, Кума, Маныч к шлюзованию канала — «пресноводные пробки» между Черным и Каспийским морями с высотной разницей в 28 м — обеспечивают не только решение главного вопроса. Учитывая неравномерность сезонного дебета рек на пути водоподводящих водоводов, устраиваются водоемы — «балластные аккумуляторы», регуляторы расходов, которые системно будут использоваться для нужд сельского хозяйства в весьма засушливых районах четырех регионов СКФО, ЮФО. Это позволит вовлечь в сельхозоборот более 400 тыс. га против ежегодно деградируемых и выбываемых из оборота по мере солончакования и опустынивания 15–25 тыс. га земель. Также предлагаемые проекты стабилизируют противопаводковые ситуации, которые ежегодно наносят многомиллионные убытки бюджету и населению.

В целом обозначенные мероприятия решают и ряд других — демографических, межрегиональных и миграционных — проблем и задач, расселяя население из самых густонаселенных районов республики в районы, составляющие 24% территории республики с обжитостью до 2%. Такая же ситуация и в Республике Калмыкии. Есть реальная вероятность вернуться и терским казакам на исконные земли своих предков, откуда они мигрировали в начале 90-х гг. по социальным причинам и безработице.

При условиях нехватки и этих водных ресурсов есть дополнительные возможности для реализации проектов: завершается ОКР по весьма эффективной, инновационной, не имеющей аналогов технологии, обеспечивающей только одним модулем рассоление морской воды, производительностью более 5 тыс. т в час, с энергозатратой 0,1 кВт. Канал без воды не останется. В развитие кластеров нами интегрируется более 80 инновационных технологий из базы данных Фонда Байбакова и наших партнеров. В основном это разработки российских ученых, специалистов, институтов, центров, фондов. В области энергосбережения и специальных проектов привлекаются передовые разработки европейских коллег. Интерес к проекту очень велик, предлагают партнерство зарубежные специалисты и организации; организованные совместно с украинскими компаниями отделения уже работают в устье Дуная для развития трафика на Западную Европу. Китай не только определился в «Соглашениях», в своем участии в кредитовании и инвестировании проекта, но уже предпринимает конкретные шаги в прокладке автомобильной дороги к Каспию через Казахстан. Иран давно определился в приоритетах, прокладывая аналогичный канал. Только в России «оппоненты» долгие годы ищут «черную кошку в темной комнате».

В поддержку экологов и решения проблем экологии хотим заметить, мы не менее патриотичны, это и наша земля и наш народ. Мы выступим первыми противниками проекта, если канал «Евразия» будет прокладываться без облицовки, с ущемлением водопотребления отдельных районов, регионов, потребителей, с социальными, энергетическими, территориальными обремененностями стабильно развитых территорий.

«Концепция стратегии геополитического развития Северного Кавказа» была представлена в 2010–2011 гг. на трех общероссийских экономических форумах, заслушана на восьми общественных конференциях, представляющих более 70 общественных организаций, а также на экономических комиссиях, круглых столах. Концепция была озвучена на мероприятиях в рамках «Дагестанского экономического форума — 2011» и на конференции саморегулируемых организаций Северного Кавказа, представляющих более 200 тыс. строителей СКФО. Резолюции, итоговые материалы всех форумов отметили актуальность для СКФО как самого проекта «Евразия», так и концепции и иницируемых ими проектов. Многочисленные отзывы и заключения экспертов по концепции резюмируют: «Проект «Евразия» в ближайшие 50 лет по своей геополитической, стратегической, экономической значимости для России не

Предварительные сравнительные характеристики каналов «Евразия» и «Волго-Дон — 2», соединяющих Черное и Каспийское моря

	Основные характеристики	«Евразия»	«Волго — Дон — 2»
1	Длина канала	700–780 км	1350–1500 км
2	Количество ГЭС (шлюзов)	6–7 ед.	18 ед.
3	Глубина канала	До 5–7 м	До 3,5 м
4	Сроки перехода судов из Черного моря в Каспийское	2–3 суток	7–8 суток
5	Грузооборот в год по каналу в «одну нитку»	48 млн т	16 млн т
6	Навигационный период	12 месяцев (с учетом строительства портово-причального комплекса на канале, в степи)	8 месяцев
7	Территория прокладки каналов	Из Кизлярского залива Каспийского моря, до 70% протяженности канала по необжитым солончаковым степным территориям Дагестана, Калмыкии, Ставропольского края, по исторически самой низкой отметке некогда единого водного пространства Манычской впадины	До 70% общей протяженности канала по обжитым территориям с развитой инфраструктурой районов Астраханской, Ростовской областей
8	Интеграция с основными системными федеральными, региональными коммуникациями логистики и энерго-транспорта	Канал пересекает (или его пересекают) в непосредственной близости с портово-причальным комплексом основные федеральные коммуникации по территории СКФО: <ul style="list-style-type: none"> ■ автодорога Москва — Ростов — Махачкала — Баку; ■ железная дорога Москва — Минводы — Махачкала — Баку; ■ нефтепровод Баку — Новороссийск; ■ газопровод Буденовск — Газимагомед; ■ ЛЭП 110–330–500 на территории Дагестана и 4-х основных региональных, федеральных коммуникаций на территории Ставропольского края, которые и в которые могут быть интегрированы проекты кластеров и их конечная продукция 	Канал пересекают более 18 федеральных, региональных, муниципальных коммуникаций на различных отрезках канала, что потребует множество путепроводов, мостов, переходов
9	Социальное значение проектов	Канал с обустройством 18-ю промышленными кластерами, в т. ч. моногородом-спутником системно является «точкой отсчета» стратегирования макроэкономики СКФО, базисом вывода экономик регионов из стагнации, с их интеграцией в развитие экономики приграничных регионов, внешние экономические связи с государствами СНГ, Черноморского бассейна, Западной Европы, Бл. Востока и Азии. Обеспечение стабилизации экономики, благополучия населения, возвращение мигрантов на исконно исторические земли терских казаков, формирование высококвалифицированного населения в новом городе — залог стабилизации, социально-экономической, общественно-политической напряженности в СКФО.	Регионы уже имеют логистические системы, в т. ч. водно-транспортную, обеспечивающие выход к Каспийскому, Черному морям и далее, а также по внутренним рекам, каналам в регионы России. Вариант проекта обеспечит дополнительное наращивание и без того динамичного роста ВРП регионов ЮФО (Ростовской, Астраханской обл.). Увеличение социального расслоения населения ЮФО — СКФО вызовет наращивание миграционных процессов из соседних регионов СКФО, при этом не только перегружая инфраструктуру, но внося в социум несвойственный региону менталитет, чем дестабилизирует ситуацию, провоцирует межэтническое противостояние и в целом экспортирует экспансию нестабильности, экстремизма.
10	Кадровое обеспечение	Информационно-аналитическое, маркетинговое, технологически конструктивное, интеллектуально-инновационное сопровождение проектов обеспечивается корпорацией «Ватан», ДНЦ РАН, международным фондом «Содействие экономическому развитию» им Н. К. Байбакова, четырьмя институтами, двумя НПО, Международным консорциумом и их партнерами. Базовая структура по исполнению проектных решений подрядных работ — СРО «Гильдия строителей Северного Кавказа», объединяющая 280 организаций СКФО численностью более 25 тыс. чел., и Союз строителей, объединяющий более 200 тыс. чел. — гидроэнергетиков, строителей ПГС, дорожного строительства, стройиндустрии, специализированных, монтажно-технологических подразделений.	Нет информации
11	Финансы, кредиты, инвестиции	По результатам предварительного маркетинга, для привлечения внебюджетных финансовых ресурсов в намерениях участия, кредитования на определенных условиях определились ряд крупных фондов, банков, консорциумов Европы, Юго-Восточной Азии, Бл. Востока.	
12	Необходимые условия	Принятие конкретных объективных политических решений, учитывающих все макроэкономические, социальные, политические факторы, обеспечивающие эффективность проекта и стабилизацию напряженности в СКФО. <ul style="list-style-type: none"> ■ Формирование координационного совета СКФО. ■ Формирование единой структуры заказчика-застройщика для системного управления реализацией всей программы в частно-государственном партнерстве. ■ Обеспечение «прозрачного финансового коридора безопасности» привлекаемым кредитным инвестиционным ресурсом. ■ Обеспечение финансовой физической безопасности объектам, производствам, субъектам — носителям функций менеджмента, управления программой, проектами. ■ Формирование определенных условий предпочтений, ОЗЗ, обеспечивающих инвестиционную привлекательность программы. 	

**КОРПОРАЦИЯ
ПРОМЫШЛЕННИКОВ
И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ
«ВАТАН»**

Корпорация промышленников и предпринимателей «Ватан» была учреждена в 1993 г. в интересах промышленников и предпринимателей для содействия развитию фундаментальных исследований, расширения международных творческих и деловых связей науки и производства, в целях разработки и широкого внедрения в практику передовых технологий, оборудования и методов управления, способствующих эффективному и устойчивому развитию экономики.

За последние 10 лет Корпорация промышленников и предпринимателей «Ватан» собственными силами разработала концепции и следующие проекты:

1. «Строительство каскадов локальных малых ГЭС». Модернизация энергосистемы и повышение ее социальной, экономической эффективности (Республика Дагестан).

2. «Утилизация полигонов ТБО четырех городов с производством вторичной продукции».

3. «Автотранспортные, контейнерные перевозки «Европа — Россия — Ближний Восток, Азия». Перевод автотранспорта на природный газ, полное обустройство придорожной инфраструктуры. Результат — двукратное наращивание экспортно-импортных перевозок для субъектов ВЭД на маршруте.

4. «Концепция стратегии геополитического развития Северного Кавказа» — интеграция портово-причального комплекса в межконтинентальную транспортную, судоходную систему «Евразия». Территориальное обустройство комплекса 18-ю многофункциональными промышленными кластерами, дочерними агротехнокооперативами в регионах СКФО, ЮФО по их сырьевому, ресурсному потенциалу, в системе промышленно-потребительской кооперации. Город-спутник (моногород) с населением 65–70 тыс. человек.

будет иметь аналогов и конкуренции. Оригинальное инженерное решение — строительство портово-причального комплекса в степи, с обустройством по периметру промышленных кластеров и моногородка — не только увеличит на 20–25% экономическую эффективность в целом логистической системы проекта «Евразия», но и позволит кардинально нарастить внешнеэкономическую деятельность регионов СКФО, с устойчивым развитием территории, с минимизацией их дотационности и стабилизацией социального напряжения в округе».

Программа долевого участия партнеров в осуществлении макроэкономического проекта «Трансконтинентальный судоходный канал — транспортная система «Евразия», соединяющая Каспийское и Черное моря»

Концепция данной программы периодически инициируется с 30-х гг. прошлого столетия. На данный период программа получила широкий резонанс в Российском и Европейско-Ближневосточном сообществе; активно обсуждается в Ростовской области, в Краснодарском, Ставропольском краях, Республиках Калмыкии, Дагестане а также в Государственной Думе и на Экономическом форуме в Санкт-Петербурге. По инициативе Казахстана, ТЭО Программы находится на сравнительной экспертизе, финансируемой Евразийским банком развития (ЕАБР). Программа весьма актуальна в сложившихся и развивающихся экономических связях Европа — Россия — Ближний Восток, Азия, где Россия занимает стратегически значимое место как связующее звено.

Экономическими комиссиями ООН для Европы и Западной Азии, множеством экспертных групп, институтами и фондами прогнозируется к 2015 г. рост внешнеэкономических отношений, торговли с прикаспийскими и черноморско-дунайскими странами в три и более раза с оборотом \$48–152 млрд. При этом наиболее экономически эффективным направлением является транзитно-транспортный потенциал ряда государств, с явным преимуществом российского транзитного трафика, соединяющего судоходным каналом Каспийское и Черное моря, шириной до 80 м и длиной до 700 км.

Главные цели проекта:

- Формирование межконтинентальной судоходной транспортной системы «Азия — Ближний Восток — Россия — Европа».
- Обеспечение снижения обремененностей в транспортной составляющей, в ценовой политике перевозки грузов водным транспортом.
- Обеспечение бесперевалочных, транзитных, сквозных перевозок между странами Средней Азии — Центральной Европы.

Наша доленая инвестиционно-технологическая интеграция в данную программу, включая инициируемые российскими учеными инновационные разработки, позволяет осуществить строительство порта (причалов) в районе пересечения всех коммуникаций — железнодорожной, федеральной автомагистрали, нефтегазопроводов, ЛЭП, оптово-волоконной связи и транспортного судоходного канала, с формированием ОЭЗ.

На территориях будут построены крупные контейнерные и автотранспортные терминалы, НПЗ, перерабатывающие производства АПК, объекты производств стройиндустрии, газонефтехимии, деловой международной биржевой торгово-выставочный центр, таможенно-пограничные службы, перевалочные склады, международная биржа, город-спутник с современной инфраструктурой.

Также предусматривается строительство тримаранов — маневренных, скоростных танкеров, контейнеровозов — судов нового поколения, решающих проблемы существенного сокращения в разы времени перевозок по новым водным маршрутам, проблемы с загрузкой невостребованных мощностей судостроения Астрахани, Махачкалы.

Проект позволяет обеспечить экологический баланс засушливых территорий через подвод каналами излишков пресных вод, особенно в период паводков, рек Терек, Маныч, Кумы и др., для рассоления почв и шлюзования судоходного канала. Эти решения — не только спасение в паводок от затопления реками поселений, пастбищ, мероприятия по которым ежегодно «съедают» десятки миллионов бюджетных средств, но это также возможность инициирования проектов рассоления десятков тысяч гектаров солонцовых почв, их оздоровления и вовлечения в сельхозпроизводство, формирование проектов АПК.

Производство и использование инновационных конструктивных материалов в промышленно-гражданском строительстве

Прежде всего программа предполагает осуществление в акватории водоподводящего канала инновационного проекта по утилизации сероводорода в водной среде Черного моря. Более того, разработки технологии по данному проекту позволяют через утилизацию до 280 тыс. м³/час сероводорода обеспечить производство и ввод до 360 мВт энергетических мощностей в энергодефицитном регионе, с попутной добычей силумина (основного компонента производства алюминия), что гарантирует экономическую эффективность проекта.

Наличие речных, морских водных ресурсов создает оптимальные условия для осуществления в засушливых районах с солонцовыми почвами проектов мелиорации, рыбоводства, рекреации, АПК, что в свою очередь обеспечит новые рабочие места. Освоение территории вдоль подводящих пресноводных и судоходного каналов, у шлюзов, переходов, на пересечениях с федеральными автотранспортными, железнодорожными магистралями — большое поле деятельности для предпринимательства, малого бизнеса в сфере различных услуг.

Соглашения по привлечению финансовых ресурсов позволяют нам инициировать свое активное участие, соучастие в статусе созаказчика-застройщика по данному макроэкономическому проекту, который обеспечит дополнительную эффективность другим инициируемым программам. Имеющиеся наработки по торгово-экономическим связям с предпринимательскими и государственными структурами Ирана, Ирака, Пакистана, Индии, Туркмении, Казахстана и Европы позволяют нам не только привлечь их к судоходным услугам, но и сделать им деловые предложения по инвестициям в различные проекты данной комплексной программы.

Представленная нами концепция предусматривает на территориях пересечения судоходным каналом основных федеральных коммуникаций (ж/д Минводы — Баку; а/д Ростов — Баку, нефтепровода Баку — Новороссийск, газопровода Буденновск — Казимагомед; ЛЭП–330) строительство портово-причального комплекса с расширением судоходного канала по нарастающей до 260 м и длиной до 2 км, с привязкой к ППК 16–18 промышленных кластеров, с переработкой и перевалкой конечной продукции.

Такой комплексный, системный подход к решению ряда макроэкономических, стратегических, социальных задач позволит России (прежде всего СКФО) в частно-государственном партнерстве:

- Обеспечить стратегический прорыв на рынке Европы, Ближнего и Среднего Востока, Азии с наращиванием экспортного, транспортного потенциала внешнеэкономических связей в 2,5 и более раза, что позволит на века заложить трафик, не имеющий аналогов.
- Обеспечить СКФО максимальное использование своего продовольственного, промышленного, рабочего, кадрового потенциала.
- Обеспечить удешевление строительства самого канала за счет оптимизации различных инженерно-конструктивных, технологических, гидротехнических, организационных, экономических решений, соответственно обеспечив сроки строительства и окупаемость проектов в комплексе.
- Удешевить бункеровку, сервисное обслуживание судов, автотранспорта.
- Локализовать возможные экологические «эксцессы».
- Инфраструктурно сформировать город-спутник (МО) с особым режимом в рамках ОЭЗ, с бизнес-проектами: «Междугородная продовольственная, углеводородная, стивидорная, логистическая, ресурсная биржа», профильные коммерческие банки, страховые, лизинговые компании, туристические, стивидорные, экспедиторские компании, международные оптово-торгово-выставочные комплексы, транспортные комплексы, агропромышленные комплексы, гостиничный бизнес, профессиональное профильное образование, бизнес-инкубаторы, производства стройиндустрии, что даст мультипликативный эффект для малого бизнеса как на местах, так и в регионах.

У СКФО, ЮФО и наших партнеров в центре и на местах есть все факторы для системного осуществления проекта «Евразия». Есть специализированные гидротехнические компании, кадры, интеллект, инновационные разработки, институты, ряд потенциальных инвесторов, с которыми надо выстраивать отношения. Нужна политическая воля руководства государства, нужна поддержка наших стратегических инициатив для осуществления проекта века — «Евразия», который является национальной идеей, консолидирующей народы Северного Кавказа, стабилизирующей социально-экономическую, общественно-политическую ситуацию, под флагом и протекторатом Народного фронта.

Р.С. В соответствии с поручением Аппарата Председателя Правительства РФ Министерству регионального развития РФ, а им, в свою очередь, — Правительству Республики Дагестан о включении «Концепции» и инициируемых промышленных кластеров в «Мероприятия по социально-экономическому развитию Республики Дагестан», а их («Мероприятия...») — в «Стратегию социально-экономического развития СКФО, уже ведется переработка документов. 16 сентября авторы проекта получили официальный ответ Минэкономразвития РФ о том, что ключевые направления представленной ими концепции включены в разработанную Минрегионразвития государственную программу «Развитие Северо-Кавказского федерального округа на период до 2025 года», и рекомендации, представленные Председателю Правительства В. В. Путину, будут учтены при формировании конкретных программ развития регионов России. Президент и Правительство Республики Дагестан активно включились в разработку мероприятий первого подготовительного этапа начала работ по проекту «Евразия», уделяя особое внимание промышленным кластерам.

ОАО «ЧИРКЕЙГЭССТРОЙ»

ОАО «ЧиркейГЭСстрой» является крупнейшей строительной компанией по сооружению энергетических объектов на Юге России. Чиркейская школа гидроэнергетического строительства, имеющая 47-летний стаж, как и прежде, пользуется широкой известностью и авторитетом не только у нас в стране, но и далеко за ее пределами.

Компания вела строительство Ирганайской ГЭС, Сантундинской ГЭС-1 в Республике Таджикистан, Зарамаской ГЭС в Северной Осетии. В настоящее время ОАО «ЧиркейГЭСстрой» ведет строительство Гоцатлинской ГЭС в Дагестане — первой гидроэлектростанции в обновленной России, начатой с нуля. Не осталась ОАО «ЧиркейГЭСстрой» в стороне от Сочинских Олимпийских объектов. Здесь компания строит кабельные линии (110 кВ) протяженностью до 20 км в районе поселка Красная Поляна и трансформаторную подстанцию. Кроме того, ведет работы по строительству водозабора на реке Псоу в Адлерском районе Краснодарского края.

Дагестанские гидростроители работают на ряде сложных объектов Загорской ГАЭС-2 в Подмосковье. Для своевременного решения всех проблем, разворота работ компанией было создано свое отдельное строительное монтажное управление по строительству Загорской ГАЭС (СМУ-5).

В ближайшее время компания планирует получить заказы в Саудовской Аравии, Индии, Ливане. В Саудовской Аравии уже функционирует филиал ОАО «ЧиркейГЭСстрой». Компания готова сотрудничать со всеми заказчиками, где требуются высококлассные строители по сооружению объектов гидротехнического, промышленного, жилищно-бытового, дорожного и других направлений.

Профессионализм и отличное качество выполненных компаний работ получили высокую оценку, как в нашей стране, так и на международном уровне.

**367000 Республика Дагестан, Махачкала, ул. Казбекова, пер. Автомобилистов, 7а
Приемная (8722) 64-68-69,
факс (8722) 64-11-51
E-mail: chges@chges.ru
www.chges.ru**

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОФИЛЬТРОВ С ЖЕСТКИМИ ПОЛИМЕРНЫМИ ЗАГРУЗКАМИ И ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РАБОТЫ АЭРОТЕНКОВ



Сергеев Д. И.,
канд. хим. наук, главный инженер проектов компании ЭКОКЕМИКЛ

Решение проблем безопасности на современном этапе развития промышленного производства предусматривает, а точнее, предполагает глубокое изучение методов и средств анализа, проектирования, развития и управления эрготехническими системами, являющимися частными конкретными реалиями общей системы «человек — машина — среда».

Сегодня можно говорить об актуальности, необходимости и одновременно значительной методологической сложности изучения проблем экологической и промышленной безопасности. Внедрение высокоэффективных технологий очистки сточных вод позволяет решать поставленные задачи в области экологической безопасности, а также соблюдать законодательство в области охраны окружающей среды, уменьшая инвестиционные, эксплуатационные затраты и минимизируя возможные штрафные санкции.

Компания ЭКОКЕМИКЛ в течение многих лет занимается технологиями очистки сточных вод. Исследования по очистке сточных вод на биофильтрах с полимерными загрузкими ведутся несколько лет, что позволяет в настоящее время предложить потребителям оптимальную технологию очистки хозяйственно-бытовых сточных вод и промышленных сточных вод, по физико-химическому составу близких к фекальной канализации. Промышленные испытания, проведенные в последние годы, позволили определить оптимальные виды загрузочного материала. Промышленные

установки представляют собой блок-модуль, внутри которого располагается трубопроводная система из стальных труб, высота слоя загрузочного материала 3,8 м, а общий объем загрузки 1,9 м³.

В данном материале приводятся результаты испытаний биофильтров с загрузкими типа «решетка» и «сложная волна». Загрузочный материал типа «решетка» выполнялся в виде отдельных секций из поливинилхлорида толщиной 2 мм. Каждая секция состояла из решетки и горизонтальной прокладки с отверстиями диаметром 40 мм. Решетка имела размер ячейки 50 × 50 мм, а высота ребра достигала 40 мм. Удельная поверхность загрузки составляла 105 м² на 1 м³ загружаемого объема биофильтра, пористость 90%, объемный вес 110 кг/м³. Загрузка типа «сложная волна» представляет собой полиэтиленовые листы, гофрированные в двух направлениях, изготовленные вакуум-формованием. Отдельные листы «сложной волны» размером 500 × 500 мм, с высотой гофры 60 мм собирались в блоки. Удельная поверхность загрузочного материала составляла 80 м²/м³, пористость 96%, объемный вес 40 кг/м³. Основанием для загрузочного материала служили металлические решетки. Воздух в тело биофильтра поступал через окна в междудонном пространстве, общая площадь которых составляла 17% орошаемой поверхности биофильтра. Сточная вода поступала в установку постоянно через КНС под давлением и распределялась по поверхности загрузки реактивным оросителем.



Очистные сооружения хозяйственно-бытовых сточных вод



Оборудование системы водоподготовки

Таблица. Усредненные данные очистки сточных вод при гидравлической нагрузке 20 м³/м²·сутки

Показатели	Биофильтр с пластмассовой загрузкой типа «решетка»		Биофильтр с пластмассовой загрузкой типа «сложная волна»	
	Входящая сточная вода	Выходящая сточная вода	Входящая сточная вода	Выходящая сточная вода
Гидравлическая нагрузка, м ³ /м ² ·сутки	—	20,2	—	20,4
БПК ₅ , мг/л	80	13	78	13
БПК _{полн} , мг/л	111	18,5	105	19
ХПК, мг/л	174	52	210	69
Взвешенные вещества, мг/л	96	18	141	25
Азот общий, мг/л	23,8	14	24	16
Азот аммонийный, мг/л	17,5	7,2	18	8
Нитриты, мг/л	—	0,5	—	0,7
Нитраты, мг/л	—	4,5	—	4,3

После биофильтров сточная вода поступала во вторичные отстойники вертикального типа с центральными трубами и отражательными щитами. Высота отстойной части 2,7 м, нейтрального слоя 0,3 м, иловой части 0,78 м. Объем отстойной части 1,5 м³. Отстойник был рассчитан на полуротачасовое отстаивание при расходе сточных вод 24 м³/сутки.

В таблице представлены данные очистки сточных вод. Анализируя результаты промышленных испытаний (см. табл.), можно отметить, что в обоих случаях достигается полная биохимическая очистка, эффективность очистки на установках по БПК составляет 83%, по ХПК 72%, по взвешенным веществам 82%.

Окислительная мощность по снятой БПК_{полн} достигла 1,75 кг на 1 м³ загрузочного материала в сутки, при нагрузке соответственно 2,2 кг/м²·сутки. При загрузке типа «решетка» удельная окислительная мощность 1 м² поверхности загрузочного материала составляла 17,8 г/м²·сутки, при загрузке типа «сложная волна» — 22 г/м²·сутки.

Производительность биофильтров с пластмассовыми загрузкими при том же качестве очистки сточных вод была в 4 раза выше, чем у аналогичного по конструктивным размерам биофильтра с гравийной загрузкой.

Расчет биофильтров с пластмассовыми загрузкими можно проводить по предложенному графоаналитическому методу, в основе которого лежит функциональная зависимость:

$$L_0 = f(\eta), \text{ где } \eta = \frac{PhR_T}{F},$$

где η — критериальный комплекс; L_0 — БПК₅ очищенной сточной воды в мг/л; P — пористость загрузочного материала в %; h — высота слоя загрузочного материала в м; R_T — константа скорости биохимической реакции окисления при заданной температуре, определяемая по формуле $R_T = R_{20} \cdot 1,047^{T-20}$; F — нагрузка по БПК₅ на 1 м² поверхности загрузочного материала в г/м²·сутки.

На основании результатов промышленных испытаний были запроектированы очистные сооружения блок-модульного исполнения. В настоящее время компания ЭКОКЕМИКЛ выпускает данные очистные сооружения с использованием полиэтиленовых листов.

Применение данного подхода и одновременно методов интенсификации процесса окисления в аэротенках позволяет создать условия окисления ароматических и алициклических углеводородов. Что существенно расширяет диапазон применения данных очистных сооружений. Процесс очистки основан на формировании смешанного биоценоза микроорганизмов в аэротенках. В определенных условиях, создаваемых в аэротенках, отдельные клетки бактерий, реже грибов,

актиномицетов и дрожжей, объединяются в виде скоплений — хлопьев активного ила, каждое из которых содержит миллион клеток. Нужно заметить, что деструктивные способности активного ила гораздо выше, чем у чистых культур микроорганизмов. В качестве основных минерализаторов из активного ила сегодня выделяют *Nocardia*, *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*. Конечный видовой состав активного ила зависит от композиции сточных вод, концентрации органических веществ, аэрационного режима сооружений и ряда других факторов.

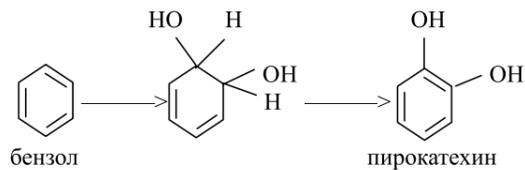
Предлагаемые очистные сооружения имеют ряд технологических преимуществ. К технологическим особенностям можно отнести: интенсификацию процесса окисления за счет применения пневмомеханических аэраторов; возможность увеличения парциального давления кислорода (возможность очистки высококонцентрированных сточных вод, в том числе смешанных хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод, прошедших предварительную очистку); конструкция очистных сооружений позволяет вводить активированный уголь (за счет чего возможно проводить окисление трудноокисляемых веществ, например, пентаэритрит); увеличенную толерантность биоценозов микроорганизмов к токсическим веществам; эффективную седиментацию активного ила; предусмотрен блок доочистки в симбиотенках (по индивидуальному заказу).

Остановимся на деструкции ароматических углеводородов. Ароматические углеводороды разлагаются микроорганизмами, но лишь в редких случаях они могут быть для микробов единственными источниками углерода и энергии. Отсюда следует вывод, что ароматические углеводороды гораздо устойчивее к микробиологическому окислению. При этом многоядерные ароматические углеводороды более интенсивно окисляются, чем одноядерные, что объясняется сравнительно легкой биологической окисляемостью первых.

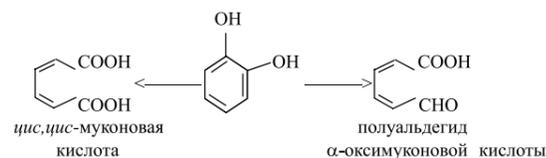
Микроорганизмы осуществляют распад ароматических углеводородов до конечного продукта — алифатических кислот, включающихся в метаболизм микробной клетки по циклу Кребса (т. е. циклу трикарбоновых кислот).

Способностью окислять бензол и его аналоги обладают лишь немногие микроорганизмы, в том числе виды *Nocardia*, *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*. При окислении бензола различными микроорганизмами каждый раз в качестве первичного продукта его превращения выделяли пирокатехин.

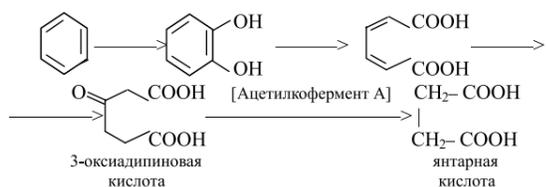
Для ароматических многоядерных углеводородов полагают, что пирокатехин не является в действительности первичным продуктом окисления бензола, а получается после дегидрирования его *транс*-диоксигидразопроизводного по схеме:



Пирокатехин затем быстро превращается в *цис, цис*-муконовую кислоту при раскрытии ароматического ядра между углеродными атомами в положениях 1 и 2 или в полуальдегид α -оксимуконовой кислоты при раскрытии этого ядра между атомами углерода в положениях 2 и 3:



Эти вещества, в свою очередь, превращаются в более простые соединения, усваиваемые микроорганизмами по циклу Кребса. Детализируются отдельные этапы микробиологического разложения молекулы бензола, схема которых представлена ниже:



На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что рассматриваемые очистные сооружения технологически можно использовать для очистки хозяйственно-бытовой сточной воды, промышленной или поверхностной, содержащей ароматические или алициклические углеводороды, за счет применяемых технических решений.

Предлагаемые технологические решения в блочно-модульном исполнении по очистке хозяйственно-бытовой сточной воды могут применяться в различных отраслях промышленности, к коттеджном строительстве, где отсутствует центральная канализация, и сброс очищенной сточной воды необходимо осуществлять в водоемы рыбохозяйственного значения или на рельеф.

СПОСОБ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ СРЕД ОТ ПРИМЕСЕЙ МАСЕЛ И НЕФТЕПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ УСТАНОВОК УЭМКС

Бачурихин А. Л.,
канд. хим. наук, ген. директор ООО «Экобиокатализ»

Проблема очистки водных ресурсов от нефтяных загрязнений весьма актуальна в настоящее время. Ежегодный суммарный выброс нефтепродуктов в моря и океаны в результате последствий добычи и аварийных ситуаций оценивается, по разным источникам, в том числе Национальной академии наук США, в среднем, от 6 до 8 млн т. Проблема оперативной и эффективной ликвидации последствий подобных выбросов далека от решения ввиду невысокой эффективности существующих технологических решений, отсутствия высокопроизводительного реакторного оборудования, а также неудовлетворительных технико-экономических характеристик. Кроме того, одна из основных современных тенденций в области промышленной химии и нефтепереработки заключается в ужесточении требований к качеству потребляемой воды, используемой как реагент или хладагент реакторного и ректификационного оборудования, градирен и т. д. Всем этим определяется огромная потребность в современных, экономически и технологически целесообразных способах очистки водных сред от примесей нефтепродуктов и масел.

Большинство известных способов очистки водных сред от масляных загрязнений основано на использовании окислительных [1], флотационных [2] и сорбционных явлений [3], а также на методах биоочистки [4]. По суммарным характеристикам, включающим производительность, степень очистки, простоту технологических решений, экономическую и энергетическую эффективность, упомянутые способы являются условно пригодными при использовании в промышленном масштабе.

Компанией «Экобиокатализ» разработан и испытан в промышленном масштабе способ очистки водных сред от нефтяных загрязнений и опасных углеводородов ароматического и олефинового ряда, основанный на использовании в качестве основной реакционной единицы аппарата электромагнитной обработки водных сред. Принцип работы основан на явлении ускорения коалесценции и сорбции микрочастиц нефтепродуктов в условиях взаимодействия внешнего переменного магнитного поля с ферромагнитным наполнителем.

Практическое применение

На основе принципа электромагнитной очистки была создана установка электромагнитной коалесценции и сорбции (УЭМКС), прошедшая испытания в системах очистки сточных вод от нефтепродуктов с содержанием 1,0–1000 мг/л.

Наибольший эффект от применения УЭМКС достигается при очистке воды с содержанием нефтепродуктов до 1000 мг/л. При большем содержании нефтепродуктов от 1000 до 10000 мг/л целесообразнее использовать другие технологии, в частности, разработанную ООО «Экобиокатализ» технологию непрерывной экстракции гидрофобных примесей жидким сорбентом.

Технические характеристики УЭМКС:

- Исходная концентрация нефтепродуктов 1–1000 мг/л
- Конечная концентрация нефтепродуктов 0,5–0,05 мг/л
- Производительность по исходной воде до 100 м³/ч
- Режим работы непрерывный
- Рабочая температура 0–50 °С
- Рабочее давление 0–10 атм

Применение УЭМКС в промышленном масштабе позволяет в десятки раз **увеличить удельную производительность** по сравнению с традиционными сорбционными системами, **снизить себестоимость очистки** до 700 руб./1000 м³ при степени очистки, исх./кон. — 5/0,05 мг/л нефтепродуктов, **избежать технологических прорывов нефтепродуктов** с помощью модернизированной АСУ, **очищать от побочных потенциально опасных и токсичных продуктов** (аммиак, фенол, полициклические ароматические углеводороды и их производные, соли тяжелых металлов).

УЭМКС можно применять как в схемах доочистки воды после отстойников и флотаторов, так и самостоятельно. Технология значительно обходит по экономическим показателям и надежности (отсутствие проскока) альтернативные технологии фильтрации. УЭМКС имеет небольшие габариты и подходит для модернизации существующих очистных сооружений без значительных дополнительных финансовых затрат и изменений.

УЭМКС успешно прошла стадию промышленных испытаний и имеет сертификат. В настоящее время ООО «Экобиокатализ» совместно с компанией «Полиинформ» (Санкт-Петербург, <http://www.polyinform.ru>, +7 (812) 764-5261) приступило к внедрению УЭМКС в составе очистного оборудования для обезвреживания замасленных стоков с крышек турбин на Саяно-Шушенской ГЭС им. П. С. Непорожного.

Литература

1. JP 2005246354.
2. RU Pat. 2075452.
3. RU Pat. 2077493.
4. RU Pat. 2076150.



ООО «ЭкоБиоКатализ»

Россия, Москва, 1-й Стрелецкий пер., д. 16, оф. 4

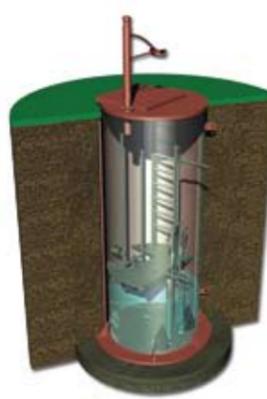
Тел. (499) 704-0042

E-mail: info@ecobiocatalis.ru, www.ecobiocatalis.ru



компания ЭКОКЕМИКЛ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИНЖИНИРИНГ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД



Разработка оптимальных технологических решений по направлениям:

- **Водоподготовка**
- **Очистка сточных вод:**
 - хозяйственно-бытовых (оборудование ECOLife Bio собственного производства)
 - промышленных
 - поверхностно-ливневых
- **Канализационно-насосные станции**
- **Проектирование очистных сооружений, сетей**
- **Инженерные изыскания**
- **Поставка, монтаж, пуско-наладка**

ЭКОКЕМИКЛ

Москва, Дмитровское ш., д. 100, стр. 2, тел./факс: (495) 665-87-94, info@ec-c.ru, www.ec-c.ru

5.

74-91

**СТРОИТЕЛЬСТВО.
РЕМОНТ.
ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГТС.**



ЗАО «ОХТИНСКИЙ ЗАВОД СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН»

ОЗСМ



производит и поставляет:

ВИБРОПОГРУЖАТЕЛИ 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:

Самоходные 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



КАК СНИЗИТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСАДКИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ СЛАБЫХ ГРУНТОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА



Алексеев С. И.,
доктор техн. наук, профессор
кафедры «Основания
и фундаменты» РГУПС (Санкт-
Петербург), член РНКМГиФ

Основные направления научной деятельности Сергея Игоревича Алексеева — проектирование новых и реконструируемых фундаментов на неоднородных основаниях методом выравнивания конечных осадок, геотехнические аспекты реконструкции зданий. С. И. Алексеев — автор более 120 опубликованных работ, в том числе 7 монографий, а также автор программы BuildCalc, позволяющей осуществлять расчеты в строительстве, применение которой показано в данной статье.

При реконструкции зданий часто возникают условия дополнительного нагружения основания, либо необходимость углубления существующих подвалов с использованием подземного пространства для производственных (технологических) целей. Для Санкт-Петербурга сложность данного вида работ обусловлена прежде всего существованием в основании фундаментов слабых водонасыщенных (структурно-неустойчивых) грунтов. Типичные геологические условия территорий в пойме р. Невы могут быть представлены следующими напластованиями:

- 1. Техногенные отложения** мощностью 2–3 м.
- 2. Дельтовые отложения** (пески от пылеватых до средней крупности, переслаивающиеся и выклинивающиеся между собой) мощностью до 5–6 м.
- 3. Морские отложения** (супеси и суглинки от мягкопластичной до текучей консистенции) мощностью до 12–16 м. Отличительной особенностью данных структурно-неустойчивых (часто — ленточных) отложений является их способность при незначительных динамических воздействиях переходить в тиксотропное состояние с потерей структурной прочности и развитием неравномерных осадок.

4. Ледниковые моренные отложения в виде суглинков и супесей тугопластичной консистенции, расположенные на глубине от 20 м и более.

Среднегодовой уровень грунтовых вод колеблется, как правило, на глубине порядка 1,5–2 м от поверхности.

Фундаменты реконструируемых зданий с подвалами представляют собой чаще всего ленточные бутовые конструкции из известнякового или гранитного камня с глубиной заложения подошвы 2–3 м и передачей давления на дельтовые отложения. Данные отложения, по сравнению с морскими, являются достаточно надежными, они чаще всего и используются в качестве основания для исторических зданий Санкт-Петербурга.

Однако в ряде случаев по результатам реконструкции возникают условия, когда несущая способность песчаных отложений недостаточна, и тогда необходимо выполнить мероприятия по их усилению. Их целесообразно осуществлять, не воздействуя на нижележащие (подстилающие) структурно-неустойчивые морские отложения, что позволит минимизировать технологические осадки, возникающие в процессе производства работ.

* Российский национальный комитет по механике грунтов, основаниям и фундаментам.

Рассмотрим в качестве примера один из реконструируемых объектов Санкт-Петербурга — здание Большого Драматического театра (БДТ) им. Г. А. Товстоногова. С этой целью выполним совместный расчет основания для одного из ленточных фундаментов, с использованием известного программного комплекса BuildCalc [1]. В представленном расчете (табл. 1) нагрузки по обрезу фундамента и геологические условия приняты на основе ранее выполненных обследований для данного здания [2].

Результаты расчета фундамента и основания по двум предельным состояниям свидетельствуют о перегрузке основания (коэффициент надежности < 1). Не выполняются условия расчета по I предельному состоянию — устойчивости.

Как видно из результатов, представленных в табл. 1, несущий слой основания — пылеватый песок — для данного фундамента находится в перегруженном состоянии. Не выполняются условия расчета СНиП по I предельному состоянию — устойчивости. Данные обстоятельства вызывают развитие неравномерных осадочных деформаций и являются основной причиной появления и развития трещин в наземных конструкциях здания, что и было зафиксировано результатами обследования. Для повышения несущей способности основания необходимо выполнить его усиление.

Анализируя выше представленные грунтовые условия для данной площадки строительства, нетрудно заметить, что при глубине заложения подошвы рассчитываемого фундамента 3 м слой пылеватого песка ($\gamma = 19,8 \text{ кН/м}^3$; $\varphi = 25^\circ$; $c = 2 \text{ кПа}$; $E = 12 \text{ МПа}$) — несущего основания под подошвой фундамента — составит 1,7 м. Ниже расположена 14-метровая толща слабых структурно-неустойчивых морских отложений: супесей и суглинков от текучей до тугопластичной консистенции ($I_L = 1-0,56$) с более низкими прочностными и деформационными характеристиками ($\varphi = 5-13^\circ$; $c = 4-6 \text{ кПа}$; $E = 5-9 \text{ МПа}$). И только на глубине 18–19 м залегают слои ледниковых моренных отложений в виде глин с относительно неплохими характеристиками ($I_L = 0,28$; $\gamma = 21 \text{ кН/м}^3$; $\varphi = 15^\circ$; $c = 13 \text{ кПа}$; $E = 14 \text{ МПа}$).

Традиционный метод усиления оснований, который уже более 30 лет используется в Санкт-Петербурге, — это пересадка фундаментов на буроинъекционные сваи, чья длина и несущая способность определяются, исходя из расположения ледниковых моренных отложений.

Для условий рассматриваемого примера расчетом была определена буроинъекционная свая длиной 20 м от подошвы фундаментов и диаметром 0,15 м. Расчеты выполнены в про-

Табл. 1. Расчет основания ленточного фундамента здания БДТ по оси 32 по двум предельным состояниям. Расчет фундамента с учетом нелинейной работы основания

Учетные данные												
Объект — БДТ: фундамент по оси		32 (с геол. на 30 м)										
Тип здания:		Бескаркасное здание из кирпича без армирования										
Основные данные фундамента												
Тип фундамента	Ленточный		Глубина заложения фундамента (расстояние от планировочной отметки до подошвы фундамента), м							3,05		
Тип стены	Внутренняя											
Высота фундамента (размер фундамента от обреза до подошвы), м	0,62		Ширина подошвы фундамента, м							1,20		
Данные по подвалу						Нагрузки по обрезу фундамента						
Расстояние от уровня планировки до пола подвала (глубина подвала), м		2,05		Вертикальная нагрузка M , кН				454,00				
Толщина пола подвала, м		0,20		Горизонтальная нагрузка, приложенная вдоль ширины подошвы фундамента Q_B , кН				0,00				
Удельный вес конструкции пола подвала, кН/м ³		22,00		Изгибающий момент, приложенный вдоль ширины подошвы фундамента M_B , кН·м				0,00				
Данные по грунту. Введенные данные												
№	H , м	Наименование	Тип грунта	γ , кН/м ³	φ , °	c , кПа	e	W	I_L	E	μ	Источник данных
1	2,3	Насыпной грунт	Пески пылеватые маловлажные и влажные	16,5	14	0	0,7	0	—	5000	0,3	Таблица
2	2,4	Песок пылеватый	Пески пылеватые насыщенные водой	19,8	25	2	0,7	—	—	12000	0,3	Эксперимент
3	8	Суглинок	Пылевато-глинистые, а также крупнообломочные с пылевато-глинистым заполнителем	18,2	5	5	0,74	0,39	1	5500	0,3	
4	2			18,7	8	6	0,9	0,33	0,87	7000	0,3	
5	4	Супесь		22,2	13	4	0,37	0,13	0,56	9000	0,3	
6	8	Глина		21	15	13	0,53	0,19	0,28	14000	0,4	
Расчетные данные												
№	H , м	γ_1 , кН/м ³	γ_2 , кН/м ³	φ_1 , °	φ_2 , °	c_1 , кПа	c_2 , кПа	γ_{c1}	γ_{c2}	K		
1	2,30	15,00	16,50	12,73	12,73	0,00	0,00	1,25	1,16	1,10		
2	0,10	18,00	19,80	22,73	22,73	1,33	2,00	1,10	1,16	1,00		
3	2,30	9,09	10,00	22,73	22,73	1,33	2,00	1,10	1,16	1,00		
4	8,00	16,55	18,20	4,35	4,35	3,33	5,00	1,00	1,00	1,00		
5	2,00	17,00	18,70	6,96	6,96	4,00	6,00	1,00	1,00	1,00		
6	4,00	20,18	22,20	11,30	11,30	2,67	4,00	1,00	1,00	1,00		
7	8,00	19,09	21,00	13,04	13,04	8,67	13,00	1,20	1,08	1,00		
Дополнительная информация (действие грунтовых вод учитывается)												
Уровень грунтовых вод, м		2,40		Удельный вес минеральных частиц грунта, кН/м ³				27,00				
Отношение длины сооружения или его отсека к высоте		2,00		Удельный вес воды, кН/м ³				10,00				
Сооружение обладает жесткой конструктивной схемой												
Результаты расчета. Рассчитанные данные по совместной работе грунта и фундамента												
Средневзвешенное значение удельного веса грунта по I-му предельному состоянию выше подошвы фундамента, кН/м ³							13,84					
Средневзвешенное значение удельного веса грунта по II-му предельному состоянию выше подошвы фундамента, кН/м ³							15,22					
Приведенная глубина заложения фундамента d_1 , м							1,09					
Рассчитанные данные по основанию												
Расчетное сопротивление грунта основания R , кПа				236,71		Среднее давление под подошвой фундамента P_{cp} , кПа				430,18		
Предельное давление (несущая способность) грунта основания $P_{пр}$, кПа				290,47		Максимальное давление под подошвой фундамента P_{max} , кПа				430,18		
Предельная нагрузка на фундамент $N_{пр}$, кН				348,56		Осадка фундамента S , см				—		
Минимальное давление под подошвой фундамента P_{min} , кПа				430,18		Коэффициент надежности				0,61		

грамме «Фундамент», разработанной тульской компаний «СтройЭкспертиза». Полученное решение определяет несущую способность сваи в 11 т, при этом «острие» данной сваи будет входить в слой ледниковых моренных глин на 2–3 м.

Используя тот же программный комплекс, определим требуемое количество свай усиления для заданных (см. выше) условий нагружения и допустимых осадок.

Из представленного расчетного обоснования видно, что для усиления перегруженного несущего слоя основания необходи-

мо выполнить буроинъекционные сваи усиления длиной 20 м, диаметром 0,15 м, с расположением их из условия 1,36 шт. на 1 п. м подошвы фундамента, или с шагом 0,7 м. Малый шаг расположения буроинъекционных свай потребует разбуривания в теле бутовых фундаментов многочисленных скважин, что сопряжено с повышенным динамическим риском для фундаментных конструкций. Исходя, видимо, из этих соображений, в проекте принят шаг свай 1,5 м, что позволяет снизить эффект негативного воздействия бурения на кладку фундамента,

Результаты расчета свай

Тип свай: Набивная и буровая

1. Исходные данные:

Характеристики грунтов по слоям

Номер слоя	Качество	Количество	Толщина слоя, м
Слой 1	Насыпной	—	2,3
Слой 2	Песчаный	Пылеватые	2,4
Слой 3	Глинистый	$I_L = 1$	8
Слой 4	Глинистый	$I_L = 0,87$	2
Слой 5	Глинистый	$I_L = 0,56$	4
Слой 6	Глинистый	$I_L = 0,32$	1,3

Буровые (буроинъекционные), в т. ч. с уширением: сваи, бетонируемые под водой или под глинистым раствором.

Насыпной слой грунта: результат планировки.

Исходные данные для расчета

Длина свай	20 м
Диаметр (сторона) свай	0,15 м
Глубина котлована (h_k)	3 м (глубина подошвы фундамента)

2. Выводы:

Несущая способность свай (без учета Gk) (Fd)	118,08 кН
Несущая способность свай на выдергивание (без Gk) (Fdq)	69,16 кН
Несущая способность грунта в основании свай	31,63 кН

однако создаст условия повышения расчетной нагрузки на одну сваю, превышающую ее несущую способность.

В результате запроектированные сваи усиления будут перегружены, что может вызвать:

- излом ствола свай (сваи расположены в грунте под углом до 10°);
- осадку, превышающую предельно допустимое значение — 20 мм.

Основной негативный фактор, который проявится при реализации данного проектного решения, — это развитие технологических осадок при выполнении 20 м буроинъекционных свай. Выполнение глубинных скважин (практически вне зависимости от способа бурения) через слои слабых морских отложений — текучих, текучепластичных супесей (суглинков) — неизбежно вызовет изменение их структурных связей и развитие осадочных явлений. Подобные явления при выполнении свай с развитием технологических осадок, в 2–3 раза превышающих предельно допустимые значения, уже не раз проявлялись в Петербурге при проведении буровых работ через слои структурно-неустойчивых оснований. При таком производстве работ возникают не только недопустимые осадки самих реконструируемых зданий, но образуется осадочная воронка, вовлекающая в зону деформирования и соседние территории (здания).

Снизить негативное развитие технологических осадок при проведении буровых работ через толщи структурно-неустойчивых оснований можно уменьшением длины буровой проходки, т. е. использованием более коротких свай. Однако более кардинальное решение данной проблемы — это отказ от бурения толщ структурно-неустойчивых оснований. В этом случае усиление основания должно быть сконцентрировано на уплотнении несущего слоя основания — пылеватого песка, в котором расположены подошвы бутовых фундаментов реконструируемых зданий.

Покажем это на следующем расчетном примере. Поскольку в существующем состоянии основание перегружено

Расчет усиления существующих фундаментов

Автор теории расчета: Далматов Б. И.

Исходные данные:

Характеристики грунта

Номер слоя	Тип грунта	Модуль E	Ед. изм.	Толщина, м
Слой 1	Песчаные пылеватые	12	МПа	$H = 4,7$
Слой 2	Глинистые $I_L = 1$	5,5		$H = 8$
Слой 3	Глинистые $I_L = 0,87$	7		$H = 2$
Слой 4	Глинистые $I_L = 0,56$	9		$H = 4$
Слой 5	Глинистые $I_L = 0,32$	14		

Количество слоев — 5

Грунт под подошвой	Грунт в основании свай
$G = 19 \text{ кН/м}^3; F_i = 25^\circ; C = 2 \text{ кПа}$	$G = 21 \text{ кН/м}^3; F_i = 15^\circ$

Наименование исходных данных	Величина	Ед. изм.
Тип фундамента	Ленточный	
Тип конструкции	Буроинъекционные сваи	
Ширина (b)	1,2	м
Высота фундамента (h)	0,62	
Глубина заложения фундамента (d)	3	
Расстояние до грунтовых вод (h_v)	2,4	
Длина свай ниже подошвы (L)	20	
Диаметр (сторона) (ds)	0,15	
Имеющаяся нагрузка на фундамент	454 кН	
Планируемая нагрузка на фундамент	454 кН	
Допустимая осадка	20 мм	

2. Выводы:

Несущей способности уплотненного грунта **недостаточно** для восприятия планируемой нагрузки без устройства усиления.

Напряжение под подошвой (без усиления)	441,33 кПа
Расчетное сопротивление уплотненного грунта	255,96 кПа
Требуемое количество свай	1,36 шт.
Допустимая расчетная нагрузка на сваю	161,45 кН
Дополнительная осадка фундамента	18,45 мм

(см. табл. 1), то, используя ранее представленный программный расчет в программном комплексе [1], определим допустимую нагрузку, которую может передать данный фундамент на основание. Выполним предыдущие расчеты (табл. 1), но со снижением вертикальной нагрузки до допустимых значений, при котором соблюдаются условия расчета по предельному состоянию, т. е. коэффициент надежности = 1.

По полученным результатам расчета, очевидно, что фундамент должен быть нагружен допустимой нормативной нагрузкой не более 250 кН. Поскольку на данный фундамент фактически передается нагрузка в 454 кН, то для обеспечения устойчивости фундамента на существующий дефицит нагрузки ($454 - 250 = 204 \text{ кН}$) должно быть выполнено усиление основания.

Одним из наиболее щадящих и эффективных способов усиления нагруженного основания под существующим фундаментом является устройство выштампованных микросвай (рис. 1). Технология изготовления данных элементов усиления основания и расчетная информация по их проектированию подробно изложена в книгах [3, 4].

Результаты расчета фундамента с учетом нелинейной работы основания

Учетная информация: БДТ, фундамент по оси (с допустимой нагрузкой 250 кН)	32
Фундамент	ленточный
Ширина подошвы фундамента, м	1,20
Расчетное сопротивление грунта R , кПа (II предельное состояние)	236,71
Предельное давление на грунт $P_{пр}$, кПа (I предельное состояние)	290,47
Минимальное давление под подошвой фундамента $P_{мин}$, кПа	260,18
Среднее давление под подошвой фундамента $P_{ср}$, кПа	260,18
Максимальное давление под подошвой фундамента P_{max} , кПа	260,18
Осадка фундамента S , см	5,73
Коэффициент надежности	1,00

Для определения необходимого количества конструктивных элементов — микросвай усиления основания, воспринимающих существующий дефицит нагрузки ($454 - 250 = 204 \text{ кН}$), возникшей в результате перегрузки основания, воспользуемся методикой, изложенной в § 3.1 [5].

Предварительно задаемся размерами выштампованной микросвай (по условиям технологии ее изготовления):

- длина, $\ell = 2,0 \text{ м}$;
- диаметр, $\varnothing = 220 \text{ мм}$;
- угол наклона к вертикали, $\alpha = 30^\circ$.

Микросвая будет расположена под углом наклона $\alpha = 30^\circ$ в основании, расчетные характеристики которого (с учетом I предельного состояния) определены в соответствии с таблицей «Данные по грунту» (табл. 1).

Результаты данного решения с использованием программы (по ранее разработанной методике [4] (формула 2.14)), составленной в системе Mathcad, представлены ниже.

Устройство конструктивных элементов уплотнения основания — четырех выштампованных микросвай на 1 п. м по-

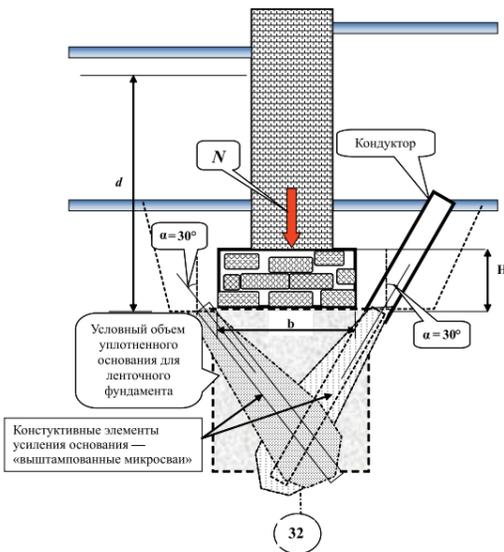


Рис. 1. Принципиальная схема выполнения выштампованных микросвай — конструктивных элементов усиления основания для повышения его несущей способности и снижения осадки. Левая сторона — вариант выполнения из шурфа (траншеи). Правая сторона — вариант выполнения с отм. пола подвала (через кондуктор)

Табл. 2. Расчет осадки

z , м	h , м	S_{zg} , кПа	$0,2 S_{zg}$, кПа	S_{zp} , кПа	S_{zp} , ср, кПа	E , кПа	S , см
0	0,43	43,1	8,6	386,9	380,5	12000	1,078
0,43	0,43	45,6	9,1	351,1	308,9	12000	0,875
...
6,88	0,47	171,1	34,2	42,8	41,4	5500	0,283
7,35	0,47	179,7	35,9	40,1	38,8	5500	0,266

Мощность сжимаемой толщи: $H_c = 7,82 \text{ м}$. Полная осадка: $S = 9,51 \text{ см}$.

дошвы ленточного фундамента — позволяет не только повысить на заданную величину несущую способность основания, но также приводит к увеличению модуля деформации несущего слоя основания. Используя методику вычисления осредненного модуля деформации [4], представляется возможным вычислить данную характеристику для нашей задачи.

По полученным расчетным данным, устройство четырех выштампованных микросвай уплотнят 2 м несущий слой пылеватого песка, повысив модуль деформации до 20 МПа. Полученное значение осредненного модуля деформации до 20 МПа для несущего слоя основания позволит уменьшить величину осадки для реконструируемого сооружения. Для иллюстрации данного утверждения приведем расчет осадки (по методу СНиП) для нашего фундамента: до и после усиления основания.

Результаты вычислений осадки до усиления основания (по итогам программного расчета по СНиП) в сокращенном виде представлены в табл. 2.

По результатам выполненных вычислений, полученная величина осадки $S = 9,51 \text{ см}$. Очевидно, что данная величина осадки, проявляясь неравномерно, вызвала появление трещин в надземных конструкциях здания. Такие трещины осадочного происхождения были выявлены в период обследования здания [2]. Следует отметить, что за период многолетней эксплуатации здания данная осадка уже практически реализовалась.

Выполним аналогичные вычисления по определению осадки фундамента, но для условий закрепленного слоя основания с модулем деформации в 20 МПа после устройства конструктивных элементов уплотнения — выштампованных микросвай. Результаты вычислений осадки после усиления в сокращенном виде представлены в табл. 3.

По результатам выполненных вычислений, после устройства конструктивных элементов усиления — выштампованных микросвай в количестве четырех штук на 1 п. м подошвы — полученная величина осадки $S = 7,8 \text{ см} < 9,5 \text{ см}$ — величины осадки данного фундамента до усиления основания.

Следовательно, дополнительное развитие осадки для данного фундамента при неизменном статическом нагружении не произойдет.

Следует подчеркнуть, что выполнение конструктивных элементов — выштампованных микросвай усиления основания — не затрагивает конструкцию бутового ленточного

Табл. 3. Расчет осадки

z , м	h , м	S_{zg} , кПа	$0,2 S_{zg}$, кПа	S_{zp} , кПа	S_{zp} , ср, кПа	E , кПа	S , см
0	0,40	43,1	8,6	386,9	381,5	20000	0,610
0,40		45,5	9,1	355,5			
...
7,38	0,45	179,9	36,0	39,9	38,7	5500	0,252

Мощность сжимаемой толщи: $H_c = 7,83 \text{ м}$. Полная осадка: $S = 7,79 \text{ см}$.

Определение необходимого числа (n) микросвай усиления основания в зависимости от несущей способности ($N_y - N$), свойств грунта и размеров выштампованной сваи [5, формула 2.14]

Объект: Реконструкция здания БДТ, ось 32.

Обозначения: γ — объемный вес грунта основания; ϕ — угол внутреннего трения грунта основания; l — длина микросвай; r — радиус микросвай; α — угол наклона микросвай к вертикали.

Исходные данные:

$\gamma = 19 \text{ кН/м}^3$; $\phi = 25^\circ$; $l = 2,0 \text{ м}$; $\pi = 3,142$; $r = 0,11 \text{ м}$; $\alpha = 30^\circ$; $N = 250 \text{ кН}$; $N_y = 454 \text{ кН}$.

Результаты расчета:

$$E_n = 0,5 \cdot 1,11 \cdot \gamma \cdot l^2 \cdot \left[\tan \left[\frac{\pi}{180} \cdot \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \right] \right]^2 \cdot \pi \cdot r = 35,915 \text{ кН}$$

$$n = \frac{E_n \cdot \cos \left[\left(\alpha \cdot \frac{\pi}{180} \right) + \sin \left[\left(\alpha \cdot \frac{\pi}{180} \right) \right] \right]}{N_y - N} = 4,158 \text{ шт.}$$

Для усиления основания — восприятия дефицита несущей способности основания ($454 - 250 = 204 \text{ кН}$) потребуется устройство четырех выштампованных микросвай усиления основания (длинной 2,0 м и диаметром 0,22 м).

Вычисление осредненного модуля деформации условного объема уплотненного основания [4]

Объект: Реконструкция здания БДТ, ось 32.

Обозначения: γ — объемный вес грунта основания; d — диаметр микросвай; b — ширина подошвы фундамента; d_1 — диаметр уплотнения грунта вокруг сваи; $E_{\text{ср}}$ — модуль деформации грунта основания; α — угол наклона микросвай к вертикали; n — количество микросвай на 1 п. м /или на 1 отдельный фундамент.

Исходные данные:

$\gamma = 18 \text{ кН/м}^3$; $n = 4$; $E_{\text{ср}} = 12 \text{ МПа}$; $b = 2 \text{ м}$; $d = 0,22 \text{ м}$; $\alpha = 30^\circ$; $d_1 = 0,6$.

Результаты расчета:

$$I = \frac{b}{\cos \left(\alpha \cdot \frac{\pi}{180} \right)} = 2,309 \quad V_{\text{св}} = \left(\pi \cdot \frac{d^2}{4} \right) \cdot l \cdot n = 0,351$$

$$V_{\text{ср}} = (d_1^2 - d^2) \cdot \pi \cdot b \cdot \frac{n}{4 \cdot \cos \left(\alpha \cdot \frac{\pi}{180} \right)} = 2,261$$

$$V_{\text{ср}} = b^2 - V_{\text{св}} - V_{\text{ср}} = 1,388 \quad E_{\text{ср}} = E_{\text{ср}} \cdot 1,11 = 13,32$$

$$E_{\text{ср}} = \frac{(100 \cdot V_{\text{св}} + E_{\text{ср}} \cdot V_{\text{ср}} + E_{\text{ср}} \cdot V_{\text{ср}})}{V_{\text{св}} + V_{\text{ср}} + V_{\text{ср}}} = 20,471$$

По полученным расчетным данным, устройство 4 выштампованных микросвай уплотнят 2 м несущего слоя пылеватого песка, повысив модуль деформации до 20 МПа.

го фундамента, а только усиливает основание, повышая его несущую способность. Такое конструктивное усиление существенно снижает фактор динамического воздействия на конструкции и не влияет на нижележащие подстилающие структурно-неустойчивые слои основания, что позволяет избежать развития технологических осадок.

Основные выводы

Причиной появления технологических осадок при выполнении буровых работ по изготовлению длинных буринъекционных свай усиления являются слабые морские отложения. Отличительной особенностью данных структурно-неустойчивых (часто ленточных) отложений является их способность при незначительных динамических воздействиях переходить в тиксотропное состояние с потерей структурной прочности и развитием неравномерных осадок.

Выполнение глубинных скважин (практически вне зависимости от способа бурения) через слои слабых морских отложений — текучих, текучепластичных супесей (суглинков) — неизбежно вызовет изменение их структурных связей и развитие осадочных явлений. При данном производстве работ возникают не только недопустимые технологические осадки самих реконструируемых зданий, но образуется осадочная воронка, вовлекающая в зону деформирования и соседние территории (здания).

Радикальное решение данной проблемы — это отказ от бурения толщи структурно-неустойчивых оснований. В этом случае усиление основания должно быть сконцентрировано на уплотнении несущего слоя основания — пылеватого песка, в котором расположены подошвы бутовых фундаментов реконструируемых зданий.

Перегруженное основание вызывает неравномерные осадки и появление трещин в надземных конструкциях здания. Для повышения несущей способности основания (адекватного приложенной нагрузке) необходимо выполнить усиление основания на существующий дефицит нагрузки.

Одним из наиболее щадящих и эффективных способов усиления нагруженного основания под существующим фундаментом является устройство конструктивных элементов —

выштампованных микросвай. Такое конструктивное усиление исключает фактор динамического воздействия на конструкции и не влияет на нижележащие подстилающие структурно-неустойчивые слои основания, что позволяет избежать развития технологических осадок.

Для повышения несущей способности основания по оси 32 (на примере здания БДТ) достаточно выполнить четыре микросвай усиления, длиной 2 м, диаметром 0,22 м, располагая их с двух сторон подошвы фундамента, в шахматном порядке с шагом 0,6 м, под углом 30° к вертикали.

Устройство конструктивных элементов уплотнения основания — выштампованных микросвай под подошвой ленточного фундамента позволяет не только повысить на заданную величину несущую способность основания, но также приводит к увеличению модуля деформации несущего слоя основания. Данное усиление позволяет избежать развития дополнительной осадки фундамента вследствие реконструкции здания.

Выполнение микросвай — конструктивного усиления основания — должно осуществляться в соответствии с методическими рекомендациями, изложенными в книге С. И. Алексеева «Применение выштампованных микросвай усиления основания реконструируемых зданий» [4].

Литература

1. Алексеев С. И. Расчет фундамента с учетом нелинейной работы основания (<http://www.buildcalc.ru/Calculations/Brn/Default.aspx>).
2. Отчет по техническому обследованию здания литер «А» АБДТ им. Г. А. Товстоногова, г. Санкт-Петербург, ООО «ПромСтройРеконструкция», 2006 г.
3. Алексеев С. И. Конструктивное усиление оснований при реконструкции зданий (<http://www.buildcalc.ru/Books/2011050301/Default.aspx>).
4. Алексеев С. И. Применение выштампованных микросвай усиления основания реконструируемых зданий. ООО «ЦКС» СПб., 2010. 55 с. (<http://www.buildcalc.ru/Books/2011041301/Default.aspx>).
5. Алексеев С. И. Осадки фундаментов при реконструкции зданий. ООО «ЦКС» СПб., 2009. 82 с. (<http://www.buildcalc.ru/Books/2009062801/Default.aspx>).

АНКЕРЫ MANTA RAY, STINGRAY И DUCKBILL: надежно, просто, экономично

ООО «ТПК» является официальным и полномочным представителем производителей анкеров Manta Ray, Stingray и Duckbill в Северо-Западном регионе РФ.

Мы предлагаем инновационный метод укрепления шпунтовых и подпорных стен, стен котлованов и траншей, всевозможных конструкций и коммуникаций с использованием анкерных тяг и анкеров.

Анкерная тяга в сборе состоит из тяг (стержней), соединительных муфт, подкладок (опорных пластин) и гаек. Анкерные тяги по всей длине имеют винтовую резьбу, выполненную методом накатывания, а не стандартной нарезки. Данный вид нанесения резьбы не уменьшает прочностные характеристики тяги. Стержень можно отрезать в любом месте по нужной длине, а при необходимости увеличения длины тяги — соединить стержни муфтами.

Рабочая часть анкера, так называемый грунтовый якорь, представляет собой опрощивающуюся в грунте пластину, изготовленную из горячеоцинкованной стали, которая несет растягивающую нагрузку. Горячее цинкование является антикоррозийной обработкой и значительно увеличивает срок службы грунтового якоря.

Закрепление анкерной тяги к удерживаемой конструкции производится с использованием опорных пластин и гаек.

Анкера подбираются с учетом требований к нагрузкам (в пределах от 1 тн (10 кН) до 50 тн (445 кН) в зависимости от типоразмера). Для выбора типоразмера анкера и глубины установки анкера под указанные нагрузки, необходимы данные геологических изысканий.

Область использования анкеров Manta Ray, Stingray и Duckbill очень широка. Данные анкеры используются как для частного применения (растяжки для деревьев и столбов, защита от кражи предметов), так и в промышленности и строительстве: крепление высотных конструкций, укрепление трубопроводов, кессонов и резервуаров для предотвращения всплывания; крепление фундаментных плит, шпунтовых ограждений, подпорных стенок, стен котлованов и траншей; крепление георешеток и других удерживающих грунт систем; крепление полотна в дорожных работах и применение в ландшафтном дизайне; использование в акваториях рек и морей; при борьбе с эрозией почв.

Каждый заказчик грунтовых анкеров находит применение для своих целей, когда узнает простоту и универсальность данной конструкции.

ООО «ТПК Строй» тел.: (812) 329-88-67, 324-97-55 sale@tpk-stroy.ru www.tpk-stroy.ru
Санкт-Петербург, Богатырский пр., д. 18, корп. 2, офис 205

Процесс установки:



Погружаем анкер на заданную глубину



Вынимаем установочную стержень



Натягиваем анкерную тягу до блокировки анкера



Проверяем анкер под нагрузкой



ШПУНТОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА: КАЧЕСТВО, НАДЕЖНОСТЬ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Шпунтовые конструкции постоянно востребованы в гидротехническом строительстве, особенно в портостроении. Шпунт широко применяется при сооружении моллов, шлюзов, причалов, опор мостов и опорных стенок, для берегоукрепления и многих других объектов. Поэтому мировой рынок стального шпунта растет с каждым годом и составляет на современном этапе около 2,2 млн т в год. Совокупное ежегодное производство шпунта в странах Европейского союза оценивается в объеме от 800 до 1100 тыс. т стальных свай в год.

На сегодняшний день в мире сформировалось несколько региональных центров производства стального шпунта в США, Канаде, Японии и Европе. Шпунтовые конструкции зарубежного производства заняли прочные позиции на российском рынке. Однако российские предприятия способны составить им достойную конкуренцию, при этом экономическая эффективность производства шпунта в России, в сравнении с затратами на закупки и поставку зарубежных аналогов, очевидна и составляет при различных стартовых параметрах от нескольких десятков до сотен миллионов рублей для одного крупного объекта.

Одним из таких предприятий является Завод по изоляции труб, расположенный в г. Тимашевске Краснодарского края. Это современное, высокотехнологичное и оснащенное новым оборудованием предприятие, которое специализируется на антикоррозионной и теплоизоляционной обработке труб различного диаметра, как новых, так и бывших в употреблении. Здесь

освоены технологии нанесения всех видов защитного антикоррозионного покрытия на стальные трубы различных диаметров в заводских условиях по техническим регламентам, разработанным различными производителями, такими как: International, 3M, Ameron, Steelpaint, PPG, соответствующим требованиям стандарта ISO 12944-5 — покрытие для эксплуатации в условиях постоянного погружения Im1 (пресная вода), Im2 (морская вода), Gt3 (подземные металлоконструкции).

На заводе установлены две линии по нанесению антикоррозионного покрытия: первая — для труб диаметром от 57 мм до 720 мм, вторая — для труб диаметром от 530 мм до 1420 мм. Общая производительность 2300–2500 п. м в сутки для труб диаметром 720 мм. В результате антикоррозионной защиты, выполненной на заводе, срок эксплуатации свайных конструкций составляет более 15 лет.

Чтобы обеспечить строящиеся объекты (особенно южные российские порты) качественными свайными конструкциями в кратчайшие сроки, на Заводе по изоляции труб создана жесткая производственная и логистическая системы. Прежде всего на большой территории склада постоянно поддерживается широкий ассортимент новой трубы больших диаметров производства Волжского, Выксунского, Челябинского и других заводов; также в наличии трубы, выработавшие технологический ресурс, которые при прошедшей на заводе обработке, можно повторно использовать. Кроме того, совместно с



Трубно-металлургической компанией (ЗАО) завод осуществляет производство труб и свайных конструкций, их антикоррозионную обработку и поставку на объект. Изготавливаются трубно-шпунтовые стенки по ГОСТ Р52664-2006, а также смешанные трубно-шпунтовые стенки с шпунтами PZ/PZC.

Параметры горячей прокатки

- Качество стали: S 355 GP.
- Вес WOM -XL: ~12,5 кг/м.
- Вес WOF-XL: ~17,8 кг/м.
- Длина изделия: 12 м.
- Допуск по длине: ± 200 мм.
- Толщина стенки: 12 мм.

При необходимости завод имеет возможность организовать сварку труб в двухтрубные секции с изоляцией сварного стыка.

Для производства шпунтовых ограждений производителями был разработан универсальный замок (соединительный элемент), который приваривается к трубе любого диаметра, и вся конструкция погружается в грунт. Такая технология позволяет создавать надежные трубношпунтовые стенки с высокой несущей способностью для различного вида сооружений. Применение замка (соединительного элемента) для трубношпунтов различного назначения утверждено ГОСТ 52664-2006 и ТУ 5264-002-13512256-2008 «Шпунт трубчатый сварной». Более того, эта технология обеспечивает высокую экономическую эффективность: 35–40% экономия по сравнению со шпунтом российского производства, 15–20% — импортного; 10–15% экономия затрат по производству работ в сравнении со шпунтом любого вида.

Немаловажное значение для заказчика имеют сроки и объем поставки, поэтому на Заводе по изоляции труб создана система логистики, которая позволяет обеспечить объект необходимыми конструкциями в полном объеме и в кратчайшие сроки. Предприятие имеет возможность приемки труб железнодорожным и автомобильным транспортом с разгрузкой на четырех площадках под козловыми кранами: грузоподъемностью 32 т, 2 крана по 12,5 т, 1 кран 20 т. Штат разгрузочно-погрузочного комплекса насчитывает 48 человек (12 бригад обученных стропальщиков для трехсменной работы). На территории завода есть собственный железнодорожный тупик, обеспечивающий фронт разгрузки ж/д вагонов в количестве 22 шт. одновременно, а также есть опыт размещения 70 полувагонов на собственных путях и прилегающих путях не общего пользования (во избежание оплат простоя вагонов от РЖД). В собственности предприятия имеются 3 автомобильных крана грузоподъемностью 25–32 т и 20 единиц специализированного автотранспорта, оборудованного для перевозки стальных изолированных труб, что дает возможность складирования труб на всей территории завода. После проведения изоляционных работ завод может доставлять готовую про-

дукцию непосредственно на место проведения строительных работ. Норма загрузки спецмашины ООО «ЗИТ» — 9 шт. труб Ø 720мм (стандартный полувагон — 10 шт.).

Гарантия качества конструкций обеспечивается тем, что все работы на заводе ведутся в соответствии с ТУ, разработанными и согласованными к применению ОАО «Ленморнипроект», ООО «Новоморнипроект», ОАО «Газпром», ОАО АК «Транснефть», ОАО ВНИИСТ, АКХ им. К. Д. Панфилова. Сотрудники предприятия прошли обучение и аттестованы по международным стандартам ISO 9001, FROSIO, а также ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей» (Санкт-Петербург). Репутация завода подтверждается и тем фактом, что ведущие производители антикоррозионных материалов готовы давать совместные с заводом гарантии качества сроком на 5 лет и выше.

ООО «ЗИТ» готово к открытому общению о взаимовыгодном сотрудничестве в области строительства гидротехнических сооружений, проектируемых и ведущихся. Мы имеем успешный опыт работы по поставке свай для ООО «Туапсинский балкерный терминал» (г. Туапсе), глубоководный нефтяной терминал ОАО «Роснефть-Туапсенефтепродукт» (г. Туапсе), ОАО «Новорослесэкспорт» (г. Новороссийск), ЕФКО порта Тамань, порта Находка, порта Усть-луга и др.

Производственный процесс, организованный на Заводе по изоляции труб самыми современными технологиями, показывает, что российская продукция полностью соответствует мировым и европейским стандартам качества, при этом технология позволяет избежать производственных отходов 1–4 класса опасности, что особенно важно для экологического состояния моря при строительстве морских и портовых сооружений. Помимо технологий, на ООО «ЗИТ» в приоритет выдвинуты и другие важнейшие факторы, обеспечивающие в итоге экономическую эффективность производственного процесса: четкая организация труда, высокопрофессиональный коллектив, постоянно повышающий свою квалификацию, продуманная ценовая политика, система контроля качества продукции, строгое соблюдение обязательств перед заказчиками, — все это вместе составляет высокую конкурентоспособность Завода по изоляции труб на российском рынке.



ООО «ЗАВОД ПО ИЗОЛЯЦИИ ТРУБ»
352700 Краснодарский край,
г. Тимашевск, ул. Промышленная, д. 3
Тел./факс: +7 (86130) 95-041, 95-023
E-mail: zit_timash@mail.ru, www.zitt.ru

ТЕХНОЛОГИЯ НАРАЩИВАНИЯ ДАМБЫ ХВОСТОХРАНИЛИЩА В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ



Пятаков В. Г.,
доктор техн. наук, нач. отд.
ГТС и разработки россыпных
месторождений
ОАО «Иргиредмет»



Неретин А. В.,
старший научный сотрудник
ОАО «Иргиредмет», г. Иркутск

Достаточно часто на обогатительных фабриках возникает необходимость увеличения вместимости хвостохранилища. Причины для этого могут быть различными. Чаще всего это происходит за счет переработки приорожденных запасов руды, на объемы которых емкость хвостохранилища не рассчитана.

Основное требование недропользователя к принимаемому техническому решению по увеличению вместимости хвостохранилища сводится к минимизации капитальных затрат на это мероприятие. С другой стороны, существуют достаточно жесткие требования к безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких отходов [1] и к разработке деклараций безопасности гидротехнических сооружений [2]. Задача проектировщика при этом сводится к поиску простых, недорогих и безопасных технических решений.

ОАО «Бурятзолото» в 2009 г. привлекло институт «Иргиредмет» к разработке проекта расширения хвостохранилища Самартинской золотоизвлекательной фабрики.

Хвостохранилище находится на отметке 1980 м над уровнем моря в зоне многолетней мерзлоты. Площадь зеркала на момент постановки проблемы расширения хвостохранилища составляла 333 тыс. м². Хвостохранилище прилегает к склону горы и ограничено подковообразной дамбой, сооруженной из привозного грунта, добытого в карьере из аллювиальных отложений. Протяженность дамбы составляла 1,32 км, максимальная высота 17,4 м. Панорама хвостохранилища приведена на рис. 1.

Хвостохранилище имеет надводную пляжную полосу шириной 50–70 м, расположенную вдоль дамбы. В последний год перед началом работ по расширению хвостохранилища в весеннее время (апрель–май) хвосты из пляжа после

их рыхления бульдозером-рыхлителем удалялись от дамбы в отвалы с целью создания углублений для складирования поступающих с фабрики текущих хвостов.

В техническом задании на проектирование недропользователь поставил три условия:

- хвостохранилище после расширения должно дополнительно вместить 3 млн т хвостов;
- работы по расширению хвостохранилища не должны приводить к остановке обогатительной фабрики;
- для увеличения вместимости хвостохранилища использовать существующую дамбу.

Анализ операций рыхления пляжной части и поведения отвалов хвостов после их удаления в мерзлом виде бульдозером показал, что:

- мерзлые отвалы достаточно легко рыхлятся бульдозером-рыхлителем, а разрыхленные хвосты имеют форму непрочных пластин толщиной 50–100 мм (рис. 2);
- отвал хвостов при оттаивании не выделяет свободную воду и не растекается;
- после оттаивания отвал хвостов имеет достаточную для передвижения по нему гусеничной и автомобильной техники несущую способность.

После сравнения различных технических решений, с учетом представленных выше результатов наблюдений, принят вариант поэтапного наращивания высоты ограждающей дамбы собственными хвостами ступенями по 2 м. При выборе технологии наращивания дамбы собственными хвостами был учтен опыт по поэтапному намыву хвостовых плотин гидравлическим способом на насыпной плотине-основании [3, 4].



Рис. 1. Панорама хвостохранилища со стороны склона (апрель 2009 г.)



Рис. 2. Рыхление и удаление мерзлых хвостов с целью создания углублений (секций) для слива хвостов (апрель 2009 г.)

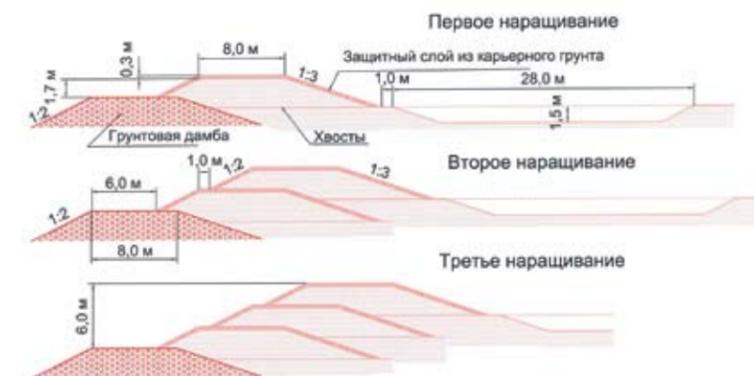


Рис. 3. Принципиальная схема поэтапного наращивания дамбы

Принципиальная схема наращивания высоты дамбы представлена на рис. 3.

Для размещения в хвостохранилище в течение 8 лет дополнительно 3 млн т хвостов потребуется, как показали дальнейшие расчеты, три наращивания по 2 м каждое.

Первое наращивание производится с оставлением бермы 6-метровой ширины на гребне существующей грунтовой дамбы. Оставляемая берма имеет две функции. Первая — повышение прочностной надежности наращиваемой из хвостов части дамбы. При этом практически все тело наращиваемой на первом этапе дамбы упирается в верховой откос грунтовой дамбы, находящейся в многолетнемерзлом состоянии. Такое заложение дамбы первого наращивания исключает ее сдвиг или выскальзывание со стороны низового откоса. Вторая — оставляемая берма служит технологической дорогой, которая может понадобиться для передвижения землеройной техники или автосамосвала при выполнении возможных ремонтных работ на наращиваемой части дамбы.

Для исключения размывания дождевыми осадками наращиваемых из хвостов дамб их поверхность укрывается защитным слоем из каменистого карьерного грунта. Кроме того, защитный слой препятствует пылению дамб при ветреной погоде.

Второе наращивание дамбы производится аналогично первому. При этом на дамбе первого наращивания оставляется метровая берма. Основная задача бермы — создать опорную площадку для грунта защитного слоя и исключить тем самым его оползание в период затяжных дождей. Эта берма может служить также как пешеходная дорожка для осмотра откоса дамбы.

Третье наращивание по технологической сущности не отличается от второго.

Углы заложения откосов дамбы приняты такими же, как и для грунтовой дамбы, являющейся основанием для наращиваемых дамб:

- верховой откос — 1:3;
- низовой откос — 1:2.

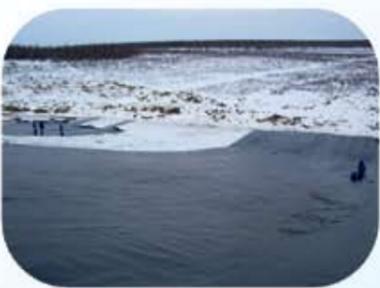
Противофильтрационные свойства наращиваемой дамбы обеспечиваются формированием в ее теле мерзлого ядра. Расчетная глубина сезонного оттаивания дамбы не превышает 1,7 м. Эта величина принята как высота надводного борта дамбы над зеркалом хвостохранилища.

Представленная технология наращивания дамбы (первый этап) реализована предприятием в 2010 г.

Литература

1. Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов (ПБ 03-438-02). Госгортехнадзор РФ, 2002.
2. Положение о декларировании безопасности гидротехнических сооружений. Постановление Правительства РФ от 6 ноября 1998 г. № 1303.
3. Евдокимов П. Д., Сазонов Г. Т. Проектирование и эксплуатация хвостовых хозяйств обогатительных фабрик. М.: Недра, 1978.
4. Гузенков С. Н., Стефанишин Д. В. и др. Надежность хвостовых хозяйств обогатительных фабрик. Белгород: Везелица, 2007.

ОАО «ИРГИРЕДМЕТ»
664025 г. Иркутск, бульвар Гагарина, 38
Тел. (3952) 25-51-58, факс: (3952) 33-08-95, 33-08-33
www.irgridmet.ru



группа компаний

Российский производитель
геосинтетических материалов

Области применения геосинтетических материалов:

- Гидроизоляция новых и реконструируемых дамб, плотин
- Гидроизоляция водотоков, руслоотводов
- Гидроизоляция прудов испарителей
- Гидроизоляция отстойников технологических вод
- Гидроизоляция шламохранилищ и хвостохранилищ
- Гидроизоляция полигонов ТБО и ПО
- Гидроизоляция золоотвалов
- Армирование откосов и склонов
- Система дренажа и водоотвода дорог, тоннелей, подземных частей зданий и сооружений

Геомембрана «ТехПолимер»

ТУ 2246-001-56910145-2004,
специально разработана для использования в качестве противодиффузионных герметичных экранов на объектах промышленного строительства.

Георешетка «ТехПолимер»

ТУ 2246-002-56910145-2006
разработана для повышения несущей способности, усиления и армирования слабых и нестабильных грунтов.

Гидромат

СТО 56910145-005-2011
для выполнения строительных работ по устройству пластового дренажа автомобильных и железных дорог, полигонов ТБО, при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов



(391) 269-58-98; 269-54-64
269-57-15; 269-54-74



e-mail: info@texpolimer.ru
www.texpolimer.ru

Шпунтовые сваи предприятий группы ЕВРАЗ

- ЕВРАЗ Групп - 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, Туркмения);
- Линейка сортамента представлена более 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 типа Ларсен. Прокат шпунтовых свай освоен на ОАО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат» (Россия) и ЕВРАЗ Витковице Стил (Чехия).

ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат (ЕВРАЗ НТМК) - один из крупнейших металлургических комбинатов России и единственный в России производитель шпунтовых свай корытного типа. С 1995 года на комбинате с успехом выпускаются сваи типа «Ларсен 5 УМ».

В настоящее время комбинат ведет отработку технологии производства шпунта повышенной прочности с использованием марок стали с повышенными требованиями к химическому составу. Результатом явились усовершенствование замковых соединений и значительное расширение сортамента стали (до S355GP). В 2011 г. освоен выпуск свай Л5 УМ из низколегированной стали класса S345 (сталь 12Г2ФД) с добавкой меди, что позволило повысить их устойчивость к коррозии. Первая партия нового продукта была поставлена в г. Санкт-Петербург в июле 2011 г. для строительства 2-х уровневой транспортной развязки на Пироговской набережной.

Приобретение Витковице Стил в 2005 году позволило значительно расширить линейку сортамента, в том числе предоставив возможность производства легких шпунтов.

ЕВРАЗ Витковице Стил опирается на давнюю традицию производства стали, которая восходит к 1828 году. Комбинат выпускает широкий ассортимент шпунтовых свай корытного профиля VL с моментом сопротивления 1 м шпунтовой стенки от 742 см³ до 2506 см³. Высота стенки колеблется в пределах от 290 до 420 мм, ширина профиля по осям замков - 400, 500 и 600 мм.

Шпунтовые сваи предприятий группы прокатываются из стали классов С 235, С 255, С 285, S 240 GP, S 270 GP, S 320 GP, S 355 GP, S 390 GP, S 430 GP.

Для защиты от коррозии шпунтовые сваи могут покрываться цинком (горячее цинкование), а также выполняться из стали с добавкой меди.

Поставляемая длина свай от 6 до 24 м, шпунтовые сваи производятся с зачищенными замковыми соединениями.

По согласованию с заказчиком возможна поставка шпунтовых панелей из двух и трех шпунтовых свай.

Приглашаем Вас посетить наш стенд на Второй международной специализированной выставке гидростроительства и гидротехнических сооружений «Гидрострой - 2011», которая будет проводиться в выставочном центре Крокус Экспо 7-9 декабря. 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
olga.shatova@evraz.com
Ольга Шатова

ЕВРАЗ

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОДУКТЫ ДЛЯ ПОДВОДНОГО РЕМОНТА ПОРТОВЫХ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ



Шибяев С. Ю.,
технический директор направления
«Ремонт и защита бетона» компании MC-Bauchemie

Инфраструктура портовых и гидротехнических сооружений является сложной системой и требует проведения постоянных мероприятий по поддержанию ее нормального функционирования. И немаловажную часть в этом процессе занимают ремонт и защита строительных конструкций. Основная часть портовых и гидротехнических сооружений выполнена из железобетонных или стальных конструкций. Речь идет прежде всего о пирсах, причалах, дамбах и молах, проложенных под водой трубопроводах различного назначения, плавучих доках, плотинах гидроэлектростанций, нефтебуровых платформах, шлюзах и других объектах в прибрежных районах. В зависимости от качества строительства, продолжительности и интенсивности использования конструкций, атмосферных воздействий или механических повреждений, воздействия хлоридов морской воды, процессов замораживания и оттаивания рано или поздно приходит время производить ремонт. Современные технологии и материалы позволяют охватить полный спектр работ по ремонту и защите сооружений. Применение инъекционных технологий, современных методов восстановления сечения железобетонных конструкций, технологий герметизации деформационных швов, а также методов эффективной защиты поверхностей от внешних разрушающих воздействий позволяет значительно продлить срок службы конструкций.

Специфика ремонта конструкций портовых и гидротехнических сооружений заключается в том, что ремонтируемые поверхности часто труднодоступны. Наиболее просто эта задача решается в надводных частях конструкций. Более сложно в области переменного уровня воды, где требуются специальные мероприятия для осушения ремонтируемых поверхностей, к примеру, установка специальных кессонов. Самой проблематичной при ремонте конструкций является подводная часть строительных конструкций. Эта зона после ввода объекта в эксплуатацию постоянно находится под водой, и даже временное осушение представляет сложную, а часто невыполнимую задачу. Это означает, что большинство ремонтных работ, таких как герметизация конструкций, ремонт бетона, восстановление целостности конструкций, закрепление и фиксация анкеров и закладных деталей, необходимо проводить под водой.

Поэтому для ремонта подводных частей строительных конструкций требуется привлечение специализированных

организаций, выполняющих водолазные работы (рис. 1). Для качественного выполнения ремонта важно, чтобы применение материалов и работа выполнялись квалифицированными водолазами, владеющими технологиями ремонта и имеющими опыт применения ремонтных материалов на глубинах до 100 м (рис. 2). Как правило, при подводных работах применяются водолазные колокола. Стесненные условия внутри водолазного колокола ограничивают объем используемого материала небольшим количеством.

Для текущих и мелких ремонтных работ, выполняемых на стальных или железобетонных основаниях, как правило, предпочтительнее применение материалов на основе полимерных смол, которые, однако, недостаточно приспособлены для работы под водой. Кроме того, проблема применения этих материалов часто состоит в том, что проблемы со смешиванием и нанесением в дополнение к тесным условиям производства работ в водолазном колоколе усугубляются также недостаточными условиями набора прочности и слабой адгезией материала к основанию.

Специалистами компании MC-Bauchemie разработаны инновационные решения, которые обеспечивают быстрый и надежный ремонт конструкций в подводных условиях. Это прежде всего двухкомпонентный ремонтный состав на основе специальной эпоксидной смолы **MC-DUR underwater pro**,



Рис. 1. Водолаз перед погружением для выполнения ремонтных работ



Рис. 2. Выполнение ремонтных работ под водой



Рис. 3. Трубопровод ливневого дренажа в г. Кальпе, Испания

оптимально подходящий для подводного ремонта. Этот инновационный продукт состоит из базового компонента и отвердителя, которые поставляются в контейнерах по 1 или по 1,5 кг и смешиваются между собой в пропорции 1:1. Относительно высокая вязкость компонентов обеспечивает беспроблемное смешивание материала как над, так и под водой. Работа с материалом не требует использования водолазного колокола, но при необходимости размеры контейнеров позволяют удобно применять материал и с использованием водолазного колокола.

Материал очень прост и удобен в применении. Оба компонента очень пластичны, смешиваются вручную или другим подходящим способом. Для контроля правильного смешивания компонентов один из компонентов выпускается белого, а другой черного цвета. В результате качественного смешивания достигается однородный серый цвет материала. Полученная масса наносится на место дефекта вручную, при этом следует обратить внимание на то, чтобы материал вдавливался с нажимом и тщательно уплотнялся. Время работы с готовым продуктом при температуре +20 °C составляет примерно 30 мин. При более низкой температуре воды время работы с материалом удлиняется. Общий температурный диапазон применения материала составляет от +8 до +30 °C. Получаемая прочность ремсостава на сжатие составляет примерно 84 МПа, прочность на изгиб примерно 35 МПа. Еще одним преимуществом продукта **MC-DUR underwater pro** является чрезвычайно высокая адгезия к стальным и бетонным поверхностям.

Важным аспектом использования материала в постоянном контакте с водой является безопасность **MC-DUR underwater pro** в отношении воды и окружающей среды. Такой материал можно с уверенностью использовать, например, при ремонте плотин водохранилищ, которые служат источниками питьевой воды.

Опыт применения этого материала дал хорошие результаты в различных климатических зонах. Наибольшее количество выполненных работ в Испании, где материал **MC-DUR underwater pro** использовался, к примеру, для ремонта железобетонных конструкций в порту г. Альхесираса, ремонта вывода труб ливневого дренажа в море в г. Кальпе (рис. 3), а также для восстановления плавучих доков в порту г. Картахены перед их поставкой в Алжир. Пробные работы проведены в польском порту Данциг, на гидротехнических сооружениях в Бразилии, Германии, Ирландии, Португалии и Румынии. В России материал также успешно опробован

при проведении ремонтных работ на 12-й дамбе Беломоро-Балтийского канала.

Еще целый ряд проблем в подводных частях строительных конструкций можно решить, применяя инъекционные технологии. Это и укрепление грунта под конструкциями, заполнение пустот и герметизация трещин в бетонных конструкциях. В этой области у компании MC-Bauchemie также есть специализированный материал, предназначенный для подводных работ, — **MC-Injekt 2700 UW**. Это низковязкая полиуретановая инъекционная смола, имеющая ограниченное вспенивание при контакте с водой. Использование специальной добавки MC-Additiv TX повышает вязкость материала, при этом реакция протекает без пенообразования. Материал имеет короткое время реакции. Так, добавление 6% MC-Additiv TX (отнесенное к компоненту А) ускоряет реакцию с 45 до 24 сек (при 22 °C), а вязкость повышается с 230 мПа*с до пастообразной консистенции. Проведение инъекционных работ с таким коротким временем реакции требует применения двухкомпонентного инъекционного оборудования, например, насоса MC-I 700. Прочность на сжатие полученного заполнения в случае использования добавки MC-Additiv TX составляет 90 МПа. Минимальная температура воды при применении составляет +6 °C.

Т. к. расценки за погружение достаточно высокие, а максимально допустимое время погружений ограничено, применение этих инновационных систем повышает производительность подводных работ и снижает трудозатраты, что приносит значительную экономию средств. Надеемся, что эти инновационные материалы, наряду с другими технологиями MC-Bauchemie, будут интересны компаниям, специализирующимся на подводном ремонте конструкций.



ООО «Эм-Си Баухеми»
Тел.: 8-800-555-0605, (812) 327-4445
Факс (812) 331-9397
info@mc-bauchemie.ru, www.mc-bauchemie.ru



РОССИЙСКО-ФИНСКИЙ
ФОРУМ



ИННОВАЦИОННЫЕ И МНОГОГРАННЫЕ ПОДХОДЫ К УСИЛЕНИЮ, РЕМОНТУ И ВОССТАНОВЛЕНИЮ ТРАНСПОРТНЫХ И ИНФРАСТРУКТУРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

5–9 декабря 2011 г.

Место проведения Форума: **Санкт-Петербург, Хельсинки, Хамеенлинне**

Цель Форума

Презентация и научно-методическое освещение современных технологических решений, позволяющих выполнять ремонт мостовых и других конструкций сложных ответственных искусственных сооружений и инфраструктурных объектов с различным объемом и характером повреждений на требуемом уровне надежности.

Организаторы Форума:

- ЦЕНТР БЕТОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (Санкт-Петербург), Центр Развития Регионов (Москва),
- НОУ Институт Повышения квалификации (ИПК) «Ирвен» (Санкт-Петербург).

Деловая программа Форума пройдет на следующих площадках:

- ЦЕНТР БЕТОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (Санкт-Петербург)
- Лаборатория строительства мостов Хельсинского технологического университета
- Завод по производству мостовых конструкций финской компании «RUKKI»
- Мостостроительная фирма WSP
- Мостостроительное предприятие «Larnix OY»
- Концерны «Teknos» и «Kemppi»

СТОИМОСТЬ УЧАСТИЯ В ПРОГРАММЕ: 49 800 руб. + 70 евро (виза, страховка)

В стоимость включены следующие услуги:

- Участие в деловой программе Форума
- Раздаточный материал
- Технические экскурсии на предприятия в Финляндии
- Транспортные услуги
- Размещение в двухместных номерах в отеле
- Питание во время Форума
- Экскурсионная программа в Финляндии
- Сопровождение и услуги квалифицированных гидов-переводчиков во время деловых встреч.

Прием заявок на участие по телефону / факсу / e-mail:

Тел./факс: (812) 327-2882, 327-2883, 449-0353; e-mail: svetlana@irven.ru
Координатор программы: Евгений Семенович Прусс, +7-911-212-85-35

НОУ Институт Повышения квалификации «Ирвен»

191186 Санкт-Петербург, Невский пр., д. 30, офис 4.6
www.irven.ru

ПЕНЕТРОН СНИЖАЕТ ИЗДЕРЖКИ

Основная цель, которая стоит перед проектировщиками, строителями и эксплуатационными организациями, — защитить бетонные конструкции от коррозии и влияния агрессивных сред, продлить срок службы бетонных конструкций.

Пенетрон снижает издержки

Успешно и с минимальными затратами эти задачи решает система материалов «Пенетрон», в которую входит несколько материалов:

Пенетрон — материал проникающего действия для гидроизоляции горизонтальных, вертикальных поверхностей. За счет проникающего эффекта достигаются высокие эксплуатационные характеристики бетона, водонепроницаемость которого повышается на шесть и более ступеней. Одновременно повышается стойкость бетона к агрессивным средам.

Пенекрит — материал для гидроизоляции швов, трещин, стыков и пр. раскрытием более 0,5 мм.

Пенефлаг — материал для мгновенной остановки напорных и фронтанирующих течей.

Ватерплаг — материал для быстрой остановки напорных течей.

Пенетрон Адмикс — гидроизоляционная добавка в бетонную смесь. Добавка придает бетону уникальную способность к самозалечиванию трещин раскрытием до 0,5 мм.

Пенебар — гидропрокладка набухающая для герметизации рабочих швов.

Пенебанд — система материалов для гидроизоляции деформационных швов и подвижных трещин.

Для **ремонта и восстановления** структурно поврежденных поверхностей предназначен материал «Скрепа М500». Он обладает высокой адгезией, тиксотропностью, коротким сроком схватывания. Для инъектирования швов, трещин, пустот, полостей и зазоров между элементами любых строительных конструкций размером более 0,5 мм применяется «Скрепа М600 Инъекционная».

Продукция, выпускаемая ГК «Пенетрон-Россия», сертифицирована по европейской системе CE.

Система материалов для гидроизоляции «Пенетрон» рекомендована для использования в резервуарах с питьевой водой, что означает абсолютную безопасность материалов для здоровья человека.

Инновационные строительные технологии помогут сэкономить средства на реконструкцию и ремонты зданий и сооружений — в этом значительное преимущество гидроизоляции системы «Пенетрон». Поскольку данная технология позволяет решать вопрос защиты от воды один раз и на весь срок службы бетонной конструкции, то затраты на последующую эксплуатацию и содержание зданий и сооружений значительно снижаются.



Пенетрон. Действие материала «Пенетрон» основано на четырех главных принципах: осмос, броуновское движение, реакции в твердом состоянии и силы поверхностного натяжения жидкостей.

При нанесении на влажный бетон жидкого раствора материала «Пенетрон» на поверхности создается высокий химический потенциал, при этом внутренняя структура бетона имеет низкий химический потенциал. Осмос стремится выровнять разницу потенциалов; возникает осмотическое давление. Благодаря наличию осмотического давления активные химические компоненты материала «Пенетрон» мигрируют глубоко в структуру бетона. Чем выше влажность бетонной структуры, тем эффективнее происходит процесс проникновения активных химических компонентов в глубь бетона. Этот процесс протекает как при положительном, так и при отрицательном давлении воды. Глубина проникновения активных химических компонентов материала «Пенетрон» сплошным фронтом достигает нескольких десятков сантиметров. Проникнув в глубь структуры бетона, активные химические компоненты материала «Пенетрон», растворяясь в воде, вступают в реакцию с ионными комплексами кальция и алюминия, оксидами и солями металлов, содержащимися в бетоне. В ходе этих реакций формируются более сложные соли, способные взаимодействовать с водой и создавать нерастворимые кристаллогидраты. Сеть этих кристаллов заполняет поры, капилляры и микротрещины до 0,5 мм. При этом кристаллы становятся составной частью бетонной структуры.

Заполненные нерастворимыми кристаллами поры, капилляры и микротрещины не пропускают воду, поскольку в действие приходят силы поверхностного натяжения жидкостей. Паутина кристаллов, заполнившая капилляры, препятствует фильтрации воды даже при наличии высокого гидростатического давления. При этом бетон сохраняет паропроницаемость.

Скорость формирования кристаллов и глубина проникновения активных химических компонентов зависят от многих факторов, в частности от плотности, пористости бетона, влажности и температуры окружающей среды. При исчезновении воды процесс формирования кристаллов приостанавливается. При появлении воды (например, при увеличении гидростатического давления) процесс формирования кристаллов возобновляется, то есть бетон после обработки материалом «Пенетрон» приобретает способность к «самозалечиванию» трещин раскрытием до 0,5 мм.

Пенекрит. Действие материала «Пенекрит» основано на принципах безусадочности, пластичности, водонепроницаемости и высокой адгезии к бетонным, каменным, кирпичным и металлическим поверхностям.

Пенетрон Адмикс. Действие добавки в бетон «Пенетрон Адмикс» основано на двух принципах: реакции в твердом состоянии и силы поверхностного натяжения жидкостей.

Активные химические компоненты добавки «Пенетрон Адмикс», равномерно распределенные в толще бетона, растворяясь в воде, вступают в реакцию с ионными комплексами кальция и алюминия, различными оксидами и солями металлов, содержащимися в бетоне в стадии схватывания бетонной смеси. В ходе этих реакций формируются более сложные соли, способные взаимодействовать с водой и создавать нерастворимые кристаллогидраты. Сеть этих кристаллов заполняет капилляры, микротрещины и поры шириной до 0,5 мм. При этом кристаллы становятся составной частью бетонной структуры.

Заполненные нерастворимыми кристаллами капилляры, микротрещины и поры не пропускают воду, поскольку в действие приходят силы поверхностного натяжения жидкостей. Паутина кристаллов, заполняющая капилляры, препятствует фильтрации воды даже при наличии высокого гидростатического давления.

Бетон с добавкой «Пенетрон Адмикс» приобретает свойства водонепроницаемости и способности к «самозалечиванию», сохраняя при этом паропроницаемость.

Пенебар. Действие материала «Пенебар» основано на способности увеличиваться в объеме при наличии воды в ограниченном для свободного разбухания пространстве и создавать плотный водонепроницаемый гель, образующий барьер для поступающей влаги.

Пенеплаг и Ватерплаг. Принцип действия материалов «Пенеплаг» и «Ватерплаг» основан на их способности быстро схватываться и при схватывании расширяться. Применение «Пенеплага» и «Ватерплага» позволяет изолировать напорную течь для дальнейшей обработки бетона материалами «Пенекрит» и «Пенетрон».

Ремонт и восстановление гидроизоляции железобетонных конструкций: технология работы с материалами «Пенетрон»

Проблема: при обследовании конструкции железобетонного причала были выявлены следующие дефекты и разрушения:

- 1) разрушенный заполнитель межплитных швов;
- 2) трещины на поверхности бетона;
- 3) отслоение защитного слоя бетона — скол бетона с обнажением арматуры, шелушение бетона.

Приготовление растворов:

- «Скрепа М500 ремонтная» 1 кг/165 мл воды;
- «Скрепа М600 инъекционная» 1 кг/250 мл воды;
- «Пенетрон» 1 кг/400 мл воды;
- «Пенекрит» 1 кг/180 мл воды.

Оборудование и инструменты:

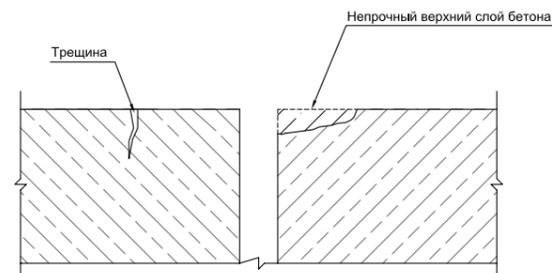
- отбойный молоток;
- углошлифовальная машина с алмазным диском;
- щетка с металлическим ворсом;
- емкость из мягкого пластика для приготовления раствора;
- зубчатый шпатель;
- кельма;
- мерная емкость.

Обеспечение безопасности производства работ

Работы по приготовлению рабочих составов материалов производить в щелочестойких резиновых перчатках, респираторе, защитных очках и резиновых сапогах. При работе под водой использовать специальное водолазное обмундирование и оборудование.

I этап: подготовка поверхности

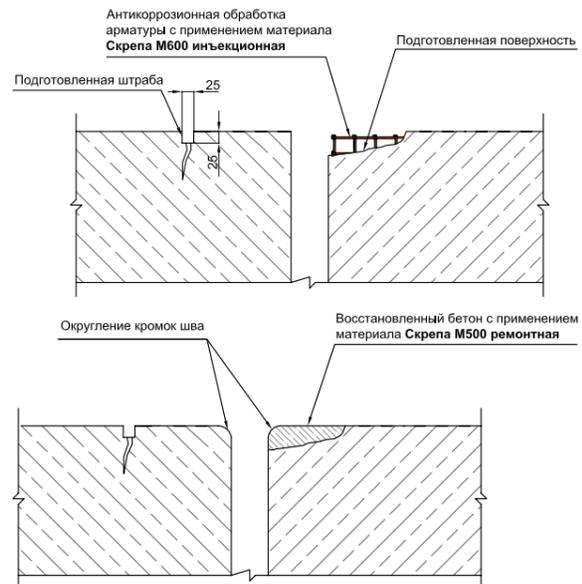
1. Удалить непрочный верхний слой бетона с применением отбойного молотка.



2. Очистить кромки деформационного шва при помощи щетки с металлическим ворсом от пыли, грязи, нефтепродуктов и других материалов, препятствующих проникновению активных химических компонентов материала «Пенетрон» в бетон; при этом бетонная основа должна быть структурно прочной и чистой.

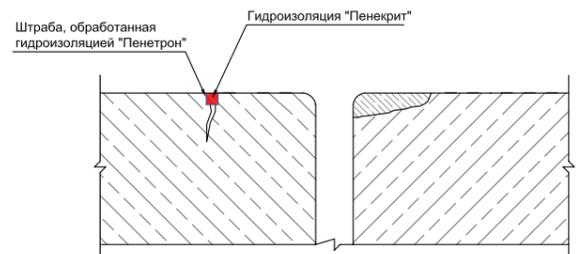
II этап: восстановление разрушенного слоя бетона

1. Тщательно увлажнить поверхностный слой бетона до его полного насыщения.
2. Произвести антикоррозионную обработку арматуры раствором материала «Скрепа М600 инъекционная».
3. Приготовить раствор материала «Скрепа М500 ремонтная».
4. Восстановить разрушенные участки бетона с применением материала «Скрепа М500 ремонтная».



III этап: герметизация трещин и швов бетонирования

1. Расшивка швов бетонирования, трещин в виде штраб П-образной конфигурации размером не менее 25 × 25 мм.
2. Очистка поверхности штраб от пыли, высолов, цементного молока, штукатурки, препятствующих проникновению химических компонентов материала «Пенетрон» вглубь бетона и образованию нерастворимых кристаллогидратов.
3. Увлажнение внутренней поверхности штраб.
4. Приготовление раствора материала «Пенетрон».
5. Грунтование поверхности штрабы в один слой раствором материала «Пенетрон».
6. Приготовление раствора материала «Пенекрит».
7. Заполнение штраб раствором шовного безусадочного материала «Пенекрит».
8. Приготовление раствора материала «Пенетрон».
9. Нанесение раствора материала «Пенетрон» на увлажненную поверхность штрабы, герметизированной раствором



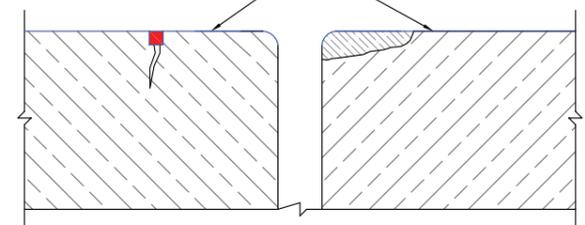
материала «Пенекрит», в два слоя. Первый слой раствора материала «Пенетрон» наносится на влажный бетон. Второй слой наносится на свежий, но уже схватившийся первый слой. Перед нанесением второго слоя поверхность увлажнить.

IV этап: гидроизоляция бетонной поверхности

1. Тщательно увлажнить поверхностный слой бетона до его полного насыщения, бетон должен быть матово-влажным. Излишки воды удалить.
2. Приготовить раствор материала «Пенетрон», нанести его в два слоя кистью из синтетического волокна.
3. Первый слой материала «Пенетрон» нанести на влажный бетон (расход материала 600 г/м²). Второй слой нанести на свежий, но уже схватившийся первый слой (расход материала 400 г/м²).
4. Перед нанесением второго слоя поверхность следует увлажнить.
5. Бетонную поверхность, обработанную раствором материала «Пенетрон», следует защищать от механических воздействий и отрицательных температур в течение трех суток. При этом бетонная поверхность после обработки в течение трех суток должна оставаться влажной, не должно наблюдаться растрескивания и шелушения нанесенного раствора материала. Для увлажнения обработанной бетонной поверхности обычно используются следующие методы: водное распыление, укрытие бетонной поверхности полиэтиленовой пленкой.



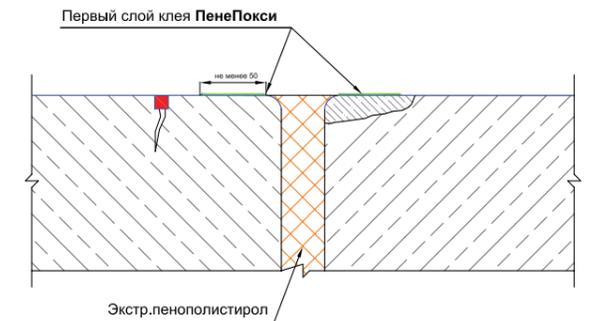
Гидроизоляция Пенетрон (2 слоя)



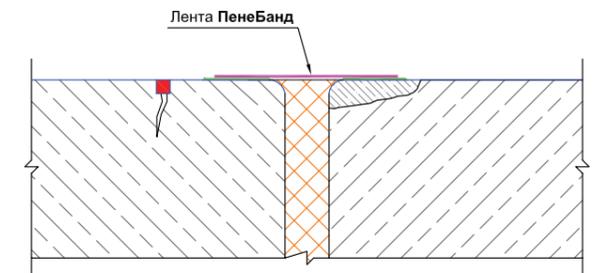
V этап: герметизация деформационных швов

1. После проведения работ по гидроизоляции бетона и последующего ухода за бетонной поверхностью провести работы по герметизации деформационных швов. Обеспылить и обезжирить горизонтальную поверхность кромок шва. При герметизации деформационных швов в зоне постоянного воздействия воды минимально требуемая ши-

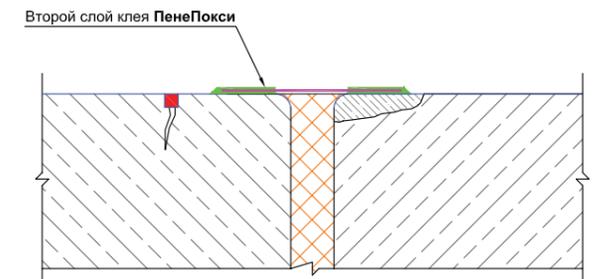
рина ленты должна составлять не менее 200 мм и толщина 1,5 мм.



2. Нанести первый слой клея «ПенеПокси» шириной 50 мм и толщиной 1 мм по обе стороны шва. Для нанесения клея применяется зубчатый шпатель или кельма.
3. Приклеить ленту «ПенеБанд» с помощью пластикового ролика, прижимая ее к клеевой основе, избегая появления воздушных пузырей до появления из-под ленты клея. При больших смещениях шва необходимо заложить ленту в шве петлей. При герметизации швов большой протяженности ленты склеиваются между собой внахлест, при этом конец одной ленты должен заходить на другую не менее чем на 100 мм.



4. После монтажа ленты на первый слой клея в течение 7 суток следует обеспечить сильный прижим ленты к клею в требуемом положении.
5. Нанести на ленту «ПенеБанд» второй (покрывной) слой клея «ПенеПокси» по обеим сторонам шва толщиной в 1 мм, сводя его по краям ленты в «ноль».

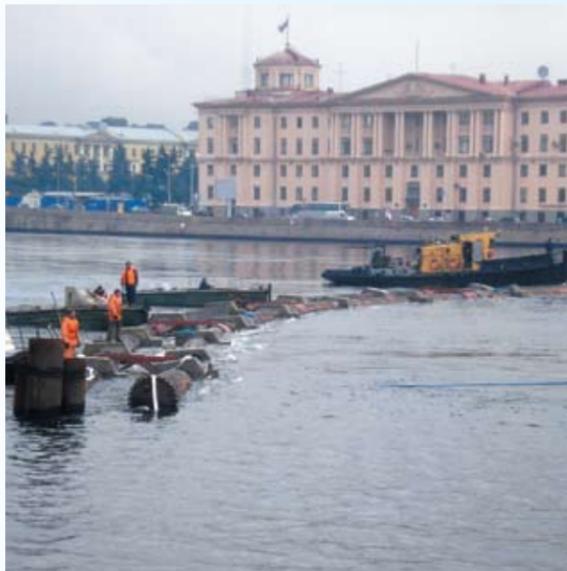
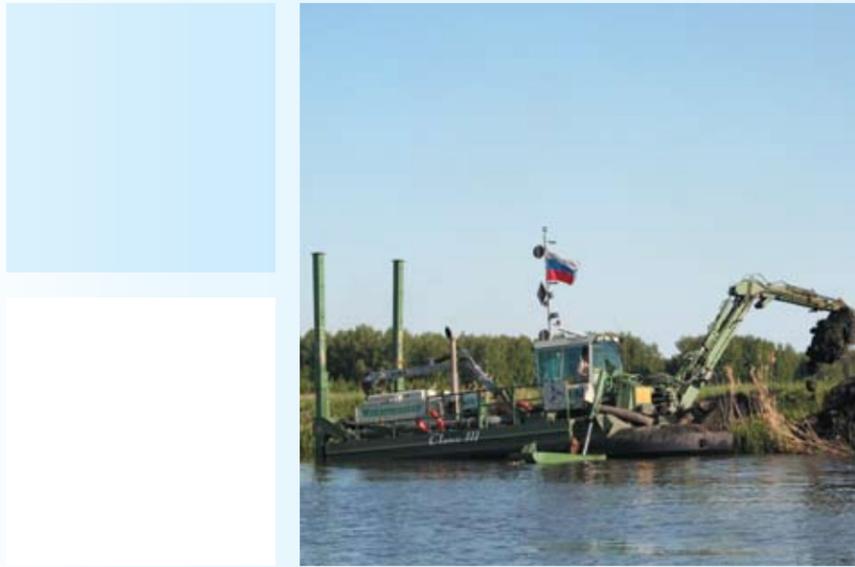


6. Обеспечить защиту системы от механических воздействий методом устройства металлических компенсаторов.



г. Екатеринбург, пл. Жуковского, д. 1, т. +7 (343) 217-0202
www.penetron.ru, info@penetron.ru

Представительство в Москве
Москва, Рязанский пр., д. 24, стр. 2, т. (495) 660-5200



КАК ОБЕСПЕЧИТЬ ВОДОЛАЗНЫЕ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР



Калиниченко А. Н.,
ведущий специалист по водолазному снаряжению
департамента подводно-технического оборудования
ОАО «Тетис Про»

Строительство гидротехнических сооружений часто требует проведения водолазных работ при низких температурах. В условиях холода и плохого освещения наиболее остро встает вопрос безопасности и эффективности водолазного труда, которые напрямую зависят от специального снаряжения и оборудования.

Длительное время единственным средством защиты водолаза от холода являлось шерстяное водолазное белье, меховые носки и чулки. Однако, несмотря на отличные теплозащитные свойства, шерстяное белье обладает рядом существенных недостатков. Во-первых, шерстяные вещи имеют большой объем, что придает излишнюю плавучесть водолазу и стесняет движение, — использование такого белья в сочетании с современными гидрокombineзонами «сухого» типа крайне проблематично. Во-вторых, при намокании теплозащитные свойства шерсти резко снижаются. В-третьих, шерстяное белье имеет небольшой срок службы из-за недостаточной прочности. В-четвертых, ворсинки шерстяного белья попадают в водонепроницаемую молнию, которой оснащены современные гидрокombineзоны, и выводят ее из строя.

Новым решением, пришедшим на смену традиционному водолазному белью, стали синтетические утеплители на основе высокотехнологичных материалов — Thinsulate и Polartec. Эти материалы обладают отличными теплоизолирующими свойствами, которые не меняются при попадании воды внутрь гидрокombineзона, и хорошо пропускают пары влаги, образующейся на теле человека. Такие материалы отталкивают воду — так, например, в носках, входящих в комплект утеплителя, можно ходить по мокрой палубе. За счет внешнего нейлонового покрытия гидрокombineзоны легко надеваются. С внутренней стороны утеплитель имеет слой из материала типа плюш.

Однако при длительном пребывании на глубине, в условиях низких температур, ни водолазное белье, ни синтетические утеплители не могут обеспечить должной термозащиты. В этих целях все чаще применяется водообогреваемое снаряжение.

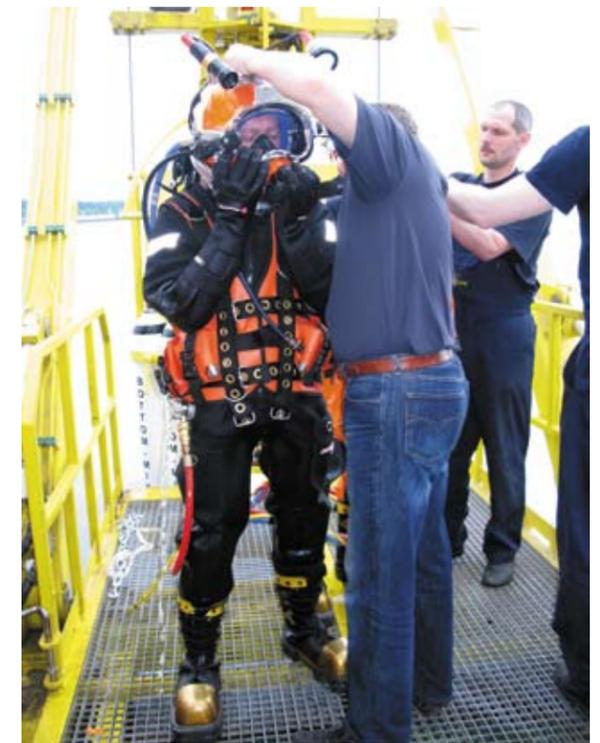
На сегодняшний день мировыми лидерами в производстве и применении систем водообогрева водолаза являются Northern Diver (Великобритания), Diving Unlimited International (США) и компания Trelleborg (Швеция).

Водообогреваемое снаряжение широко применяется при проведении водолазных работ в северных морях и реках для

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.

Рассмотрим основные составляющие системы водообогрева водолаза.

Главным элементом является установка водообогрева. Установки делятся на две основных группы — по месту размещения и по типу нагревательных элементов. По месту размещения установки могут быть переносными и стационар-



Водообогреваемое снаряжение Northern Diver (Великобритания)



ными. Переносные обеспечивают подачу теплоносителя до 100 м, стационарные — до 400 м. Установки водообогрева включают в себя накопительный бак-ресивер для нагретого теплоносителя. 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 вшитыми перфорированными трубками, через которые вода поступает в подкостюмное пространство и циркулирует между костюмом водообогрева и гигиеническим костюмом. На костюме установлен регулируемый клапан подачи и распределения горячей воды.

В комплект водообогреваемого костюма входят боты и перчатки.

Обогрев водолаза осуществляется путем циркуляции в подкомбинезонном пространстве горячей воды, подаваемой от установки водообогрева по шлангам. Горячая вода двигается по трубкам и вытекает в подкостюмное пространство, обогревает водолаза и затем выводится во внешнюю среду через соединения перчаток, бот и шлема с гидрокombineзоном. Трассировка и конструкция трубок обеспечивают равномерное распределение горячей воды по телу водолаза и исключают перегибание и закупорку трубок. Для попадания горячей воды в водолазные боты, перчатки и шлем гидрокombineзона трубки подачи горячей воды выходят за пределы рукавов, штанов или шейного обтюлятора.

Нужно понимать, что водообогреваемое снаряжение — технически сложная и дорогостоящая система, от которой напрямую зависит жизнь водолаза. Поэтому к системам водообогрева применяются достаточно жесткие требования. В качестве примера можно привести основные требования международной ассоциации IMCA, среди которых безопасное размещение установки на судне, дублирование основных комплектующих установки, регулировка температуры воды с точностью ± 1 °C с устройством сигнализации, наличие датчика обрыва пламени для аварийного отключения горелки котла, максимально допустимая температура горячей воды 80 °C и др.

Таким образом, при проведении подводных работ в условиях низких температур, что характерно для климатических условий России, необходимо подходить к выбору снаряжения и оборудования самым тщательным образом, это позволит избежать ситуаций, опасных для жизни и здоровья водолазов.



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

«ТЕТИС ПРО» — НАДЕЖНОСТЬ, ПРОВЕРЕННАЯ ВРЕМЕНЕМ



ЗАО «ПОДВОДРЕЧСТРОЙ-1» — НАДЕЖНЫЙ ПАРТНЕР РОДНОГО ГОРОДА

Браудэ А. В.,
ведущий специалист по развитию бизнеса

8 сентября 2011 г. в акватории Невы средствами ЗАО «Подводречстрой-1» была проведена крайне сложная и важная для развития коммунального хозяйства города операция: прокладка дюкерного перехода, являющегося частью водовода от ГВС до ТЭЦ-7 и Морской набережной Васильевского острова.

ЗАО «Подводречстрой-1» было выбрано в качестве подрядчика по подводной части водовода как организация, имеющая наибольший опыт в прокладке трубопроводов.

Работы проводились по заказу ГУ «Управление заказчика», генподрядчиком выступило ООО «Петроком», отвечающее за прокладку нового водовода на Васильевский остров, призванного заменить действующий, срок службы которого близится к концу.

Специалисты ЗАО «Подводречстрой-1» выполнили работу по транспортировке и развороту поперек р. Невы и затоплению двух труб диаметром 1000 мм. Впервые в нашем регионе была проведена подводная прокладка полиэтиленовых труб такого диаметра на глубинах более 10 м. Ранее для дюкерных переходов использовались металлические трубы, погружение которых проходит значительно легче в силу отрицательной плавучести и жесткости конструкции.

Сложность работ заключалась в том, что проектное расстояние между осями труб составляет 2,5 м. Для укладки труб с такой точностью друг относительно друга прокладка производилась путем затопления двух плетей одновременно, для чего плети трубопровода были раскреплены жесткой рамной конструкцией.

Суть работ состояла в том, чтобы удержать поперек течения Невы сдвоенный трубопровод длиной 250 м и уложить его в подводную траншею. Для погружения данной плети, имеющей положительную плавучесть, была использована система пригрузов. Работы осложнялись также течением, скорость которого в этом месте составляет около 1,6 м/с. Чтобы удерживать плеть поперек течения потребовались усилия четырех плавсредств.



Всего для выполнения задачи было задействовано 14 плавсредств: 10 буксиров мощностью до 800 л/с и 4 плавкрана. В работе принимали участие более 60 человек: ИТР, водолазы, речные рабочие и члены экипажей плавсредств.

Подобная конструкция в таких условиях в Санкт-Петербурге укладывалась впервые, и на данный момент ЗАО «Подводречстрой-1» является единственной гидротехнической организацией в регионе, имеющей подобный опыт. Выполнить данную работу позволило наличие собственных квалифицированных кадров: как инженеров, работающих в компании с советских времен, так и молодых специалистов.

2011 год стал очень продуктивным в работе компании. Специалисты ЗАО «Подводречстрой-1» провели ряд водолазных обследований, в частности на объектах ОАО «ТГК-1», ЗАО «Норд-гидро», Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений, ОАО «Мостоотряд-19», ООО «Петербурггаз». Были проведены работы на важных для города проектах, такие как: расстановка причальных дебаркадеров для обеспечения нужд городского речного транспорта «Аквабус» и гидротехническое обеспечение праздника «Алые паруса». Это стало возможным благодаря применению новейшего оборудования, разумной ценовой политике и использованию новых разработок, позволяющих минимизировать сроки проведения работ.



подводречстрой-1

ЗАО «ПОДВОДРЕЧСТРОЙ-1»
199155 Санкт-Петербург, пер. Декабристов, д. 20, лит. А
Тел./факс: (812) 350-7823, 350-1616
E-mail: info@epron.ru, www.epron.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ НАПОРА ПРИ ГИДРОТРАНСПОРТЕ СГУЩЕННЫХ ПУЛЬП ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ РУД



Александр В. И.,
Санкт-Петербургский
государственный горный
университет



Кибирев В. И.,
ЗАО «Механобр-инжиниринг»

Аналитическое определение потерь напора при гидротранспорте сгущенных пульп является задачей более сложной в сравнении с аналогичной задачей для гидросмесей с массовой концентрацией твердых частиц не более 30%.

За последние 25–30 лет, наряду с разработкой эмпирических методов расчета, был накоплен значительный массив информации о фактических потерях напора. Это позволило специалистам обобщить известные методики и разработать универсальный расчетный метод для определения основных параметров гидравлического транспорта гидросмесей с относительно невысоким содержанием твердых частиц в объеме перекачиваемых пульп [1].

Дальнейшее совершенствование гидравлического транспорта и высокие требования по экологическим и энергетическим вопросам связаны с необходимостью перехода на перекачку сгущенных гидросмесей с содержанием твердых частиц не менее 55–65%. Свойства сгущенных гидросмесей отличаются от обычных (разделяющихся) смесей с низкими концентрациями твердых частиц. При течении гидросмесей с концентрациями 35–40% начинают проявляться реологические свойства, характеризующиеся такими параметрами, как начальное (статическое) напряжение сдвига, динамическое напряжение сдвига, градиент скорости сдвига. Существующие методы для определения параметров гидротранспорта сгущенных гидросмесей приводят к противоречивым результатам, на 50–100 % отличающимся от фактических измеренных значений по потерям напора.

В последнее десятилетие по проектам ЗАО «Механобр-инжиниринг» на горно-обогатительных предприятиях был запущен в работу ряд комплексов по глубокому сгущению хвостовой пульпы.

Фактическая работа систем гидротранспорта высокоплотных пульп на этих предприятиях позволила определить фактические параметры гидротранспорта.

В табл. 1 приведены характеристики гидротранспортных систем и измеренные параметры при стабильных режимах сгущения и гидротранспорта хвостовой пульпы на следующих предприятиях: Актюбинском, Олимпиадинском и Благодатненском ГОК.

При составлении рабочей документации для этих предприятий выполнялись расчеты параметров гидротранспорта сгущенной хвостовой пульпы, и были получены значения по-

терь напора, существенно превышающие фактические. Такие значительные расхождения расчетных и фактических значений параметров гидротранспорта сгущенных гидросмесей потребовали разработки новой расчетной модели с учетом отличия обычных гидросмесей с невысокими концентрациями твердой фазы и сгущенных смесей, склонных к проявлению реологических свойств.

Принятая ранее расчетная модель гидротранспорта пульп основывалась на уравнении Дарси-Вейсбаха с учетом относительной плотности транспортируемой пульпы. При этом гидросмесь рассматривалась как однородная жидкость с плотностью, отличной от чистой жидкости. В такой модели расчетные значения потерь напора были пропорциональны потерям напора для чистой жидкости на величину относительной плотности сгущенной гидросмеси. Фактически кривые потерь напора сгущенной гидросмеси на графиках зависимости потерь напора от скорости потока сдвигались по ординате на величину относительной плотности смеси.

Предлагаемая в данной статье модель движения высокоплотной пульпы предполагает, что гидросмеси мелкозернистых хвостов обогащения при объемных концентрациях $c_{об} \geq 0,25$ образуют седиментационно устойчивые жидкости, которые при течении гидросмеси практически равномерно распределяются по сечению трубопровода. При таких концентрациях твердой фазы гидросмеси проявляют реологические свойства, характеризующиеся начальным (статическим) напряжением сдвига τ_0 , эффективной (кажущейся)

вязкостью $\eta_{см}$ и скоростью сдвига $\frac{dv}{dr} = \dot{\gamma}$ (градиентом скорости), характеризующей изменение скорости по сечению потока гидросмеси.



Комплекс сгущения хвостовой пульпы
на Актюбинском ГОК

Табл. 1. Параметры гидротранспорта сгущенной пульпы на горно-обогатительных комбинатах

Комбинаты	$q_{ТВ}$, т/ч	$d_{ср}$, мм	c_m , %	$Q_{ср}$, м ³ /ч	$D_{тр}$, м	$I_{ср}$, м/км
Актюбинский	283	0,03	55	326	315	15
Олимпиадинский	547	0,061	64	502	300	24
Благодатненский	758	0,045	70	570	400	30

$q_{ТВ}$ — количество транспортируемых хвостов; $d_{ср}$ — средневзвешенный диаметр твердых частиц; c_m — массовая концентрация твердых частиц; $Q_{ср}$ — расход пульпы; $D_{тр}$ — диаметр пульповода; $I_{ср}$ — потери напора по длине пульповода

Основным уравнением, описывающим движение реологической гидросмеси, является уравнение Бингама:

$$\tau = \tau_0 + \eta_{ср} \frac{dv}{dr} = \tau_0 + \eta_{ср} \dot{\gamma}, \quad (1)$$

где τ — суммарное касательное сопротивление, возникающее на стенке трубопровода.

Характерная схема течения реологической смеси в трубопроводе приведена на рис. 1. Рассмотрим схему сил, действующих на выделенный объем сгущенной гидросмеси в отрезке трубопровода длиной L .

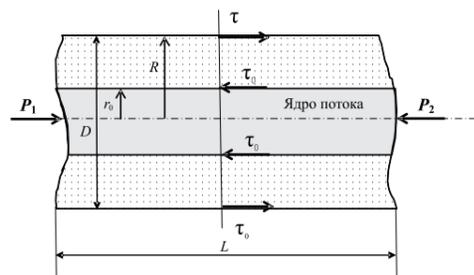


Рис. 1. Схема потока высококонцентрированной гидросмеси: D — диаметр трубы; L — длина трубы; r_0 — радиус ядра потока; τ_0 — касательное напряжение начальное (статическое); τ — касательное напряжение на стенке трубы; p — давление

Из условия равновесия выделенного объема гидросмеси найдем соотношение между нормальными (P), обусловленными действующим давлением (p) и касательными (T) силами, от касательных напряжений (τ), действующих по внутренней поверхности трубы:

$$P = p \frac{\pi D^2}{4}; T = \tau \pi D L;$$

$$P = T \Rightarrow p \frac{\pi D^2}{4} = \tau \pi D L \Rightarrow \tau = \frac{i D}{4}, \quad (2)$$

где $i = \frac{p}{L}$ — потери давления на длине трубопровода L , Па/с.

Формулу (1) запишем в следующем виде

$$\tau - \tau_0 = \eta_{ср} \dot{\gamma} = \tau(1 - \sigma),$$

откуда получим

$$\tau = \frac{\eta_{ср} \dot{\gamma}}{1 - \sigma},$$

где $\sigma = \frac{\tau_0}{\tau}$ — относительное напряжение сдвига.

С учетом (2) можно записать

$$i = \frac{4 \eta_{ср} \dot{\gamma}}{(1 - \sigma) D}$$

Так как $i_{ср} = \frac{i}{\rho_{ср} g}$, то

$$i_{ср} = \frac{4 \eta_{ср} \dot{\gamma}}{(1 - \sigma) \rho_{ср} g D}, \quad (3)$$

где $i_{ср}$ — потери напора, м вод. ст./м.

Можно продолжить преобразования формулы (3), заменив $\dot{\gamma} = \frac{8 v_{ср}}{D}$ и учитывая, что $Re = \frac{v_{ср} D \rho_{ср}}{\eta_{ср}}$. После подстановки в (3) получим для потерь напора

$$i_{ср} = \frac{32 v_{ср}^2}{(1 - \sigma) Re g D} \text{ или } i_{ср} = \frac{64 v_{ср}^2}{(1 - \sigma) Re 2 g D},$$

где $\frac{64}{(1 - \sigma) Re} = \lambda_{\sigma}$ — коэффициент гидравлических сопротивлений течения реологических гидросмесей, учитывающий соотношение напряжений τ_0 и τ .

В итоге получим обычный вид формулы Дарси-Вейсбаха для определения потерь напора при тении высококонцентрированных гидросмесей

$$i_{ср} = \lambda_{\sigma} \frac{v_{ср}^2}{2 g D}.$$

Для определения τ_0 , $\eta_{ср}$ и $\dot{\gamma}$ воспользуемся известными эмпирическими формулами [2], полученными автором при обработке экспериментальных данных по гидравлическому транспорту высококонцентрированных гидросмесей хвостов обогащения медной руды Дзержинского ГМК.

Были выведены следующие расчетные формулы:

- начальное напряжение сдвига: $\tau_0 = \exp 4,89 \cdot c_{об}^{2,57}$;
- кажущаяся вязкость $\eta_{ср} = \mu_0 e^{9,933 c_{об}}$;
- скорость сдвига $\dot{\gamma} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{Re \eta_{ср}}{\rho_{ср}} \right)^3 \cdot \left(\frac{3,6 \cdot \pi \cdot c_{ср} \cdot \rho_{ТВ}}{q_{ТВ}} \right)^2$.

Расчетная методика была применена при выполнении расчетов параметров гидротранспорта для предприятий, приведенных в табл. 1. Приведем эти расчеты и сравним их с фактическими значениями потерь напора.

Последовательно выполним расчеты системы гидротранспорта Актюбинского ГОК по следующим зависимостям:

1. Потери напора

$$i_{ср} = \lambda_{\sigma} \frac{v_{ср}^2}{2 g D},$$

где λ_{σ} — коэффициент гидравлических сопротивлений при тении реологической гидросмеси.



$$\lambda_{\sigma} = \frac{64}{(1 - \sigma) \cdot Re \cdot p},$$

где $p = 0,27 \exp(0,85 \cdot c_{об})$ — корректирующий коэффициент:

$$p = 0,27 \cdot 2,72^{0,85 \cdot 0,289} = 0,345.$$

2. Число Рейнольдса

$$Re = \frac{v_{ср} D \cdot \rho_{ср}}{\eta_{ср}} = \frac{1,282 \cdot 0,3 \cdot 1578}{0,018} = 33717.$$

3. Начальное напряжение сдвига

$$\tau_0 = e^{4,89} \cdot 0,289^{2,57} = 5,49 \text{ Па}.$$

4. Скорость сдвига

$$\dot{\gamma} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{Re \eta_{ср}}{\rho_{ср}} \right)^3 \cdot \left(\frac{3,6 \cdot \pi \cdot c_{ср} \cdot \rho_{ТВ}}{q_{ТВ}} \right)^2 =$$

$$\frac{1}{2} \left(\frac{33717 \cdot 0,018}{1578} \right)^3 \left(\frac{3,6 \cdot \pi \cdot 0,289 \cdot 3000}{282,64} \right)^2 = 34,2 c^{-1}.$$

5. Проверка скорости сдвига по формуле

$$\dot{\gamma} = \frac{8 v_{ср}}{D} = \frac{8 \cdot 1,282}{0,3} = 34,2 c^{-1}.$$

6. Напряжение на стенке трубопровода

$$\tau = \tau_0 + \eta_{ср} \dot{\gamma} = 5,49 + 0,018 \cdot 34,2 = 6,1 \text{ Па}.$$

7. Относительное напряжение сдвига

$$\sigma = \frac{5,49}{6,1} = 0,9.$$

8. Коэффициент гидравлических сопротивлений λ_{σ}

$$\lambda_{\sigma} = \frac{64}{(1 - 0,9) \cdot 33717 \cdot 0,345} = 0,055.$$

9. Расчетные потери напора:

$$i_{ср} = 0,055 \frac{1,282^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,3} = 0,0153 \text{ м вод. ст./м}.$$

Зная фактические потери напора при гидротранспорте равные 15,41 м/км, оценим величину относительных отклонений от полученных расчетных значений:

$$\varepsilon_1 = \frac{\text{Расчет} - \text{Факт}}{\text{Расчет}} = \frac{15,3 - 15,41}{15,3} = -0,007;$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\text{Факт} - \text{Расчет}}{\text{Факт}} = \frac{15,41 - 15,3}{15,41} = 0,007.$$

Таким образом, ошибка расчетных значений потерь напора относительно фактических измеренных значений составляет менее одного процента.

Для системы гидротранспорта сгущенной пульпы Олимпиадинского ГОК получим следующие значения потерь напора



$$i_{ср} = 0,045 \frac{1,97^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,3} = 0,0298 \text{ м вод. ст./м}$$

с относительной погрешностью при фактических потерях напора, равных 24 м/км:

$$\varepsilon_1 = \frac{\text{Расчет} - \text{Факт}}{\text{Расчет}} = \frac{29,8 - 24}{29,8} = 0,194;$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\text{Факт} - \text{Расчет}}{\text{Факт}} = \frac{24 - 29,8}{24} = -0,241.$$

Расчетные потери напора при гидротранспорте сгущенной пульпы обогатительной фабрики Благодатненского месторождения составят

$$i_{ср} = 0,165 \frac{1,26^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,4} = 0,0335 \text{ м вод. ст./м},$$

а относительные погрешности при фактических потерях напора, равных 30 м/км:

$$\varepsilon_1 = \frac{\text{Расчет} - \text{Факт}}{\text{Расчет}} = \frac{33,5 - 30}{33,5} = 0,104;$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\text{Факт} - \text{Расчет}}{\text{Факт}} = \frac{30 - 33,5}{30} = -0,117.$$

На рис. 2 приведены расчетные и фактические значения потерь напора в системах гидротранспорта рассмотренных предприятий.

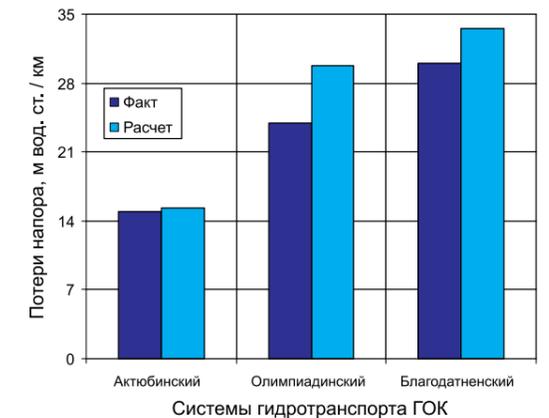


Рис. 2. Результаты расчета и фактические данные потерь напора систем гидротранспорта

Как видно из сравнения вышеприведенных результатов расчетов параметров гидротранспорта высокоплотных пульп с фактическими параметрами, наблюдаемыми на работающих системах, предлагаемая модель движения пульпы и разработанная на основе этой модели расчетная методика позволяют определять параметры гидротранспорта с погрешностью не более 0,25.

Литература

1. Теоретическое и экспериментальное определение параметров гидротранспорта сгущенной пульпы хвостов обогащения руд ОФ-1 комбината «Печенганикель» и составление исходных данных для разработки проекта 1 этапа развития хвостового хозяйства. Отчет о научно-исследовательской работе. СПГГИ(ТУ). СПб, 2007. 22 с.

2. Александров В. И. Методы снижения энергозатрат при гидравлическом транспортировании смесей высокой концентрации. СПГГИ(ТУ). СПб, 2000. 224 с.

УСМИРЯЯ СТИХИЮ ПАВОДКА



Новосибирское ЗАО «Сибгидромехстрой» использует прогрессивную технологию гидромеханизированного намыва для обустройства самых разных объектов — площадок под гражданское и промышленное строительство, насыпей автодорог, очистки водоемов, добычи и обогащения песчано-гравийной смеси. О достижениях компании и возможностях этого технологического процесса рассказывает председатель совета директоров ЗАО «Сибгидромехстрой» Евгений Лизунов.

— Евгений Владимирович, как давно ваша компания применяет гидромеханизированные технологии в строительстве?

— Впервые гидромеханизированный метод ведения земляных работ за Уралом был применен в 1949 г. при сооружении моста на железнодорожной магистрали Пермь — Кизел. С тех пор без гидромеханизации не строится ни один значимый народнохозяйственный объект в Сибири и на Дальнем Востоке. В Новосибирске, куда специализированное управление № 483 перебазировалось из Омска, отчет ведется с 1961 г. Перед коллективом была поставлена грандиозная задача — замыв оврагов в долинах рек Каменки и Ельцовки. Эта работа продолжалась почти 20 лет. До 1985 г. в овражных зонах этих рек было уложено почти 20 млн кубометров песка. Применялась уникальная технология: из карьера в левобережной зоне города песок по трубам доставлялся в правобережную часть для укладки. Теперь на месте бывших оврагов построены скоростные магистрали, десятки гражданских сооружений, в том числе Новосибирское метродепо. С 1995 г. СУ № 483 преобразовалось в ЗАО «Сибгидромехстрой».

— Ваша компания работает преимущественно в Новосибирской области или за ее пределами тоже?

— Наша компания участвовала в строительстве различных объектов в самых разных областях Сибири и Дальнего

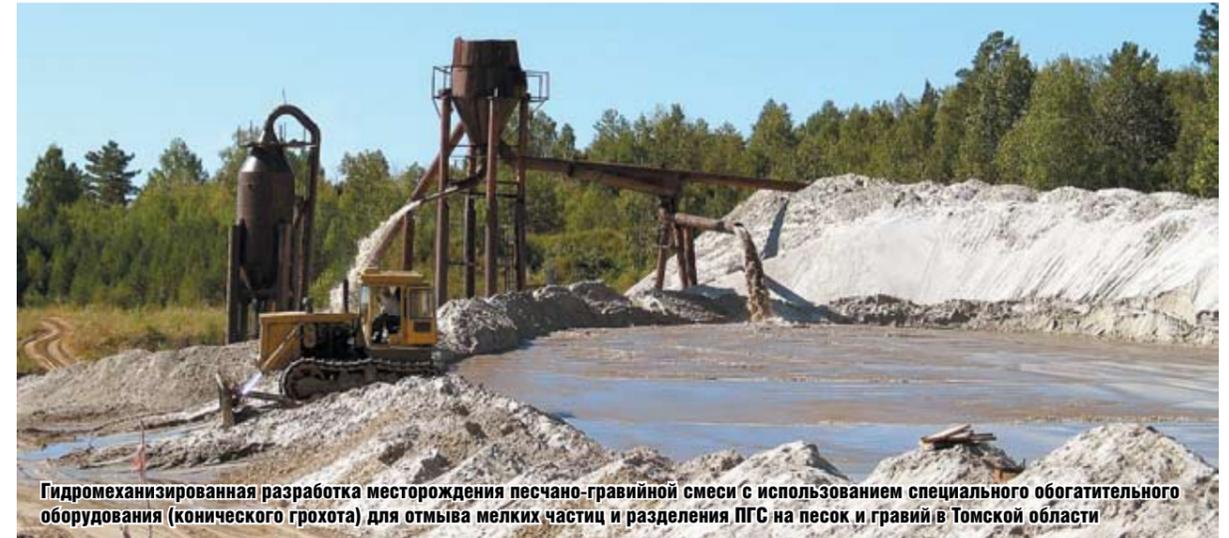
Востока. Отмечу лишь некоторые из работ — обустройство нефтяных и газовых месторождений (намыв песчаных площадок для кустового бурения) в Западной Сибири, намыв земляного полотна и добыча песчано-гравийной смеси на БАМе, на Дальнем Востоке, в Новосибирской, Омской, Иркутской, Томской, Кемеровской областях и Алтайском крае. Общий объем строительного-монтажных работ составляет около 500 млн руб. в год, объем добываемого грунта — 5 млн кубометров.

— Сибирские реки, полноводные по весне, нередко выходят из берегов. Можно ли при помощи ваших технологий укреплять берега и бороться с паводками?

— Ежегодно наша компания участвует в важнейших гидротехнических работах по всей Сибири. В их числе и противопаводковые мероприятия: укрепление берегов, очистка русел рек и каналов. В 2006–2007 гг. мы выполняли работы по спрямлению и берегоукреплению на реках Чарыш и Катунь в Алтайском крае. При половодье водный поток регулярно разрушал берег Чарыша рядом с деревней Бестужево. Постепенно берег вымывался, обрушивался в воду и подбирался к домам селян. Появилась реальная угроза обрушения построек. Мы укрепили берег, соорудили защитную дамбу, отвели часть стока реки в старое русло. Все это существенно снизило негативные последствия паводка.



Дноуглубление и расчистка от водной растительности водоема у с. Нижнеманай (охотничье угодье)



Гидромеханизированная разработка месторождения песчано-гравийной смеси с использованием специального обогатительного оборудования (конического грохота) для отмыва мелких частиц и разделения ПГС на песок и гравий в Томской области

Проект расчистки умирающего озера Лебяжье в Барнауле (2008–2009 гг.) — один из наиболее интересных за последние несколько лет. Когда-то красивый водоем был изрядно запущен и постепенно заболачивался, к тому же во время паводка он подтапливал часть села. Работы велись на площади 8,2 га. Отечественный земснаряд работал посреди озера, второй агрегат — финский Watermaster — очищал от ила береговую линию. Многофункциональные высокотехнологичные машины выполнили работы без ущерба для окружающей среды и экологии водоема. В результате озеро стало прекрасным местом для отдыха, купания, рыбалки. Подготовлен для дальнейшей застройки земельный массив, не подверженный подтоплению. При 34 млн израсходованных рублей на очистку озера предотвращен ущерб на сумму 127 млн руб.

— Вы сказали о работе современной техники. Расскажите, пожалуйста, о техническом оснащении предприятия.

— Компания обладает большим парком электрических и дизельных земснарядов разной мощности — у нас их 26 единиц. Огромный парк вспомогательной техники обслуживается своими силами на собственной производственной базе. Наша компания одной из первых за Уралом приобрела финский малогабаритный земснаряд Watermaster, который позволяет выполнять земляные работы там, где не обосновано использование других механизмов. В их числе — мелкие водоемы в черте городов, дачные пруды, судоходные шлюзы и другие объекты.

— Какие крупные проекты реализует компания в этом году?

— В списке наших приоритетных задач в этом году — гидромеханизированные работы по реконструкции действующих золоотвалов в новосибирских ТЭЦ-2 и ТЭЦ-5 с целью их разгрузки, намывные работы на нескольких песчано-гравийных карьерах Новосибирской и Томской областей с попутным обогащением и классификацией природного песка для нужд стройиндустрии. Кроме того, предстоит очистка водоемов в Тюменской области, намыв территории под промышленную застройку в Новосибирске в районе аэропорта Толмачево и ряд других интересных объектов.

— Благодарим вас за интервью, желаем компании новых интересных объектов и успешной реализации поставленных задач. Надеемся, что своими достижениями и разработками вы еще неоднократно поделитесь на страницах журнала «ГИДРОТЕХНИКА».

ЗАО «СИБГИДРОМЕХСТРОЙ»



630077 г. Новосибирск,
ул. Н. Данченко, д. 49
(383) 3-444-466
E-mail: contact@sibgms.ru
www.sibgms.ru



Дорожно-строительные земляные работы гидромеханизированным способом на строительстве автомобильной дороги Омск — Новосибирск

ГИДРОМЕХАНИЗАЦИЯ — НАДЕЖНЫЙ СПОСОБ СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА



Бессонов Е. А.,
доктор техн. наук,
геотехнолог, Московская обл.

Бессонов Евгений Александрович — автор справочника и энциклопедии гидромеханизированных работ, более 100 научно-технических работ, публикаций и изобретений. Работает в отрасли с 1974 г., прошел трудовой путь от машиниста земснаряда до главного инженера предприятия. Награжден серебряной медалью ВДНХ СССР, медалью за заслуги в области гидромеханизации России. В настоящее время консультант отечественных и зарубежных компаний в области проектирования гидромеханизированных горных и строительных работ, инженерных расчетов технологических процессов, выбора оборудования. Авторский сайт www.proectgidro.net.

Для удовлетворения потребностей в строительном грунте нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений севера России в настоящее время, наряду с «сухой» способами, используется весьма эффективный гидромеханизированный способ добычи строительных песков.

Вместе с тем, при освоении северных месторождений используются далеко не все технологические преимущества гидромеханизированного способа строительства. Главным достоинством гидромеханизации является возможность одновременно с добычей осуществлять методом намыва строительство различного рода земляных сооружений: кустовых и технологических площадок, автомобильных дорог, дамб, причалов и пр., а не только обеспечивать добычу песка и складировать его в прикарьерные штабеля или резервы для дальнейшего вывоза. Последнее, к примеру, сегодня широко применяется на полуострове Ямал (Бованенковское ГКМ), где добычу грунтов и строительство земляных сооружений выполняют по сложной, весьма трудоемкой и дорогостоящей технологической цепочке:

1. Подозерная добыча песчаного грунта земснарядами и намыв его на берег на мерзлое основание в прикарьерные штабеля или резервы (лето).

2. Обезвоживание намывных грунтов: гравитационное самообезвоживание или принудительное обезвоживание открытыми дренажами (осень) с помощью экскаваторов.

3. Строительство сети землевозных зимних дорог от гидрокарьеров до отсыпаемых сооружений (зима). *Требуется привлечения следующей техники: бульдозеры, насосные станции, водовозы, автогрейдеры.*

4. Рыхление в намывных штабелях смерзшихся грунтов и их экскавация в автосамосвалы (зима). *Требуется привлечения рыхлителей, бульдозеров, экскаваторов.*

5. Автомобильная перевозка грунтов из гидрокарьеров до отсыпаемых площадок, кустов и дорог (зима). *Привлекаемая техника — автосамосвалы.*

6. Послойная отсыпка и уплотнение грунтов в насыпи сооружений (зима). *Требуется привлечения бульдозеров, катков, экскаваторов.*

Очевидно, что применяемая на Ямале технология требует привлечения значительных материальных и трудовых ресурсов, что негативно отражается на себестоимости строительства и затратах на освоение месторождений.

Существенным недостатком применяемой технологии является и то, что при намыве песка в прикарьерные береговые штабеля из-за инфильтрации гравитационной воды из бортов



Фото 1. Разрушение жилого дома в результате деградации мерзлоты в основании здания



Фото 2. Таяние мерзлоты приводит к деформации железнодорожных путей

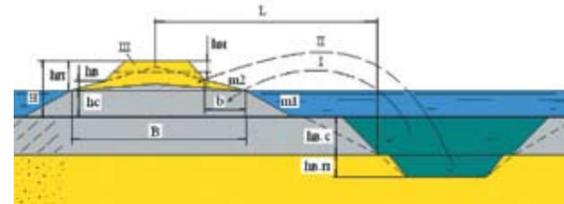


Рис. 1. Схема селективной разработки подозерных пород земснарядом и намыва земляного сооружения из глинистых и песчаных грунтов

штабелей и сброса отработанных вод происходит технологическое загрязнение прилегающих к гидрокарьерам территорий, развиваются овраги термозерозии, в низинах формируются термокарстовые образования. Другой недостаток состоит в том, что при сплошной разработке земснарядами озерных залежей грунта, порой содержащего до 50% вскрышных глинистых пород, значительная их часть после отмыва песка на карте намыва возвращается обратно в гидрокарьер в виде взвесей, увеличивая и без того чрезвычайно большую мощность вскрышных пород, что в конечном итоге ухудшает качество добываемого песка. Также из-за выемки грунта и недостаточного притока поверхностных вод к гидрокарьерам — озерам — последние подвержены быстрому обмелению. Зимой это приводит к образованию на поверхности мощной мерзлоты, которая существенно затрудняет работу земснарядов или делает ее невозможной в последующие годы работ.

Наиболее важным природным фактором, указывающим на бесперспективность дальнейшего применения традиционной технологии строительства земляных сооружений, является интенсивная деградация мерзлоты, повсеместно проявляющаяся в криолитозоне из-за глобального потепления климата.

Сегодня в России более 90% природного газа и почти 65% нефти добываются в арктических регионах. Все они находятся в зоне многолетней мерзлоты. По данным различных аналитических источников, в результате неравномерной осадки грунта при таянии многолетней мерзлоты ежегодно происходит несколько тысяч аварий на нефте- и газопроводах, а на поддержание работоспособности трубопроводов и ликвидацию их деформаций, связанных с изменениями многолетней мерзлоты, каждый год уходит более 50 млрд руб.

Деградация мерзлоты, наряду с авариями нефте- и газопроводов, сегодня приводит к многочисленным разрушениям зданий, сооружений, насыпей автомобильных и железных дорог, построенных на мерзлоте по традиционной технологии (см. фото) [1, 2].

Учитывая высокую потребность в строительных грунтах для вновь осваиваемых нефтегазовых территорий и высокую стоимость земляных работ в районах криолитозоны, возникает необходимость в скорейшем применении более перспективных — «климатоустойчивых» — технологий строительства земляных сооружений, с одновременным сохранением экологических требований и обеспечением мер по сбережению природных и производственных ресурсов.

Предлагаемый и изложенный ниже способ строительства земляных сооружений в криолитозоне соответствует перечисленным выше критериям и состоит, в отличие от применяемой технологии, главным образом из одной технологической операции: подозерной добычи грунтов земснарядом с одновре-

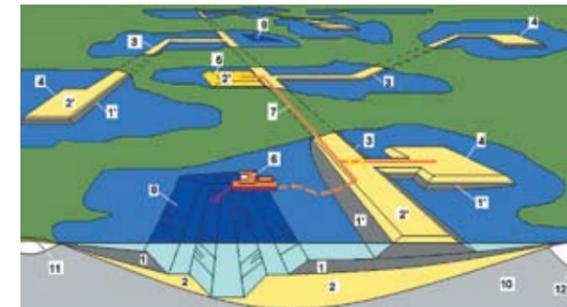


Рис. 2. Схема, поясняющая технологию намыва комплекса земляных сооружений при обустройстве нефтегазовых месторождений севера РФ

менным намывом технологических площадок и автомобильных дорог. Причем площадки и участки дорог в криолитозоне строятся не в обход озер, как было ранее прописано действующими строительными нормами, а, напротив, в акваториях многочисленных мелководных озер, на талых непроточных или малопросадочных грунтах-основаниях, не подверженных влиянию глобального потепления климата и деградации. Сооружения намываются местными грунтами, добываемыми земснарядами из тех же озер, в которых ведется строительство. Другое преимущество предложенного способа в том, что он создает новые площади «сухих» земель на непроходимых высоко заозеренных и заболоченных территориях севера России. Технология позволяет рационально использовать природные ресурсы севера и применять для строительства земляных сооружений широко распространенные под озерами криолитозоны глинистые грунты — супеси и суглинки, которые раньше не использовались и при намыве обратно сбрасывались в карьеры вместе с отработанной водой [3–5].

На рис. 1 представлена схема селективной (раздельной) разработки и намыва земляного сооружения из супесчаных (суглинистых) и песчаных пород. Схема строительства может осуществляться в два или три этапа.

Первый этап состоит из разработки вскрышных глинистых пород земснарядом и одновременного намыва из них подводного основания земляного сооружения (автодороги, площадки).

Второй этап заключается в разработке земснарядом залежи песка, освобожденной от вскрышных пород, и одновременного намыва из них надводной части сооружения.

К третьему этапу строительства приступают, если местные пески имеют недостаточную дренирующую способность. В этом случае поверх намыва на втором этапе слоя присыпают слой дренирующего (привозного или переработанного местного) песка.

На рис. 2 показана схема, поясняющая технологию строительства земляных сооружений на участке нефтегазового месторождения с помощью одного гидромеханизированного комплекса. Технология может быть успешно применена не только на озерах континентальной тундры, но и на крупных открытых водоемах и шельфе северных морей РФ. А в качестве основного оборудования могут быть использованы как строительные, так и дноуглубительные земснаряды.

Необходимо также отметить, что намыв основания из глинистых грунтов является непростой технической задачей. Их низкая несущая способность препятствует интенсивному ведению намывных работ и требует большего времени на консолидацию намыва для обеспечения безаварийной работы вспомогательной гусеничной техники на карте намыв-



Фото 3. Комплекс земляных сооружений, насыпный в оз. Сомотлор более 30 лет назад



Фото 4. Читинская ТЭЦ-1, возведенная в оз. Кенон на насыпных грунтах

ва. Кроме того, намыв основания из глинистых грунтов может привести к образованию в нем пльвунов и вызвать пучение насыпи в зимнее время. Поэтому при проектировании намывных работ по предложенной технологии необходимо обеспечить правильный подбор способов и схем намыва грунтов, принимая во внимание физико-механические свойства намываемых грунтов и морфологию замываемых озер.

Положительными примерами применения технологии в криолитозоне могут служить ее близкие отечественные аналоги. Это прежде всего комплекс земляных сооружений, насыпных в 70-х гг. XX в. в акваториях озер Белое, Кызыл-Эмтор и Сомотлор в Западной Сибири, и намыв основания Читинской ТЭЦ-1 (ГРЭС) в оз. Кенон в 60-х гг. прошлого века. Несмотря на длительный срок эксплуатации и возрастающие с каждым годом воздействия глобального потепления климата, эти объекты не подверглись какой-либо деградации и успешно эксплуатируются в наши дни (см. фото) [6, 7].

В результате применения представленной технологии на нефтегазовых месторождениях севера России может быть достигнута следующая эффективность:

1. За счет исключения из технологической цепочки промежуточного складирования, экскавации, автомобильной доставки и уплотнения грунта существенно сократятся материальные и трудовые затраты на строительство земляных сооружений и сроки их строительства. Прямой экономический эффект от внедрения способа, например, только на одном полуострове Ямал может составить более 25 млрд руб.

2. Перенос кустовых и технологических площадок и участков автодорог в акваторию озер позволит значительно сократить площади земельных отводов тундры, в том числе пастбищных земель. К примеру, на полуострове Ямал останутся нетронутыми около 15 тыс. га земель легкокоранной тундры.

3. Расположение намываемых сооружений в озерах Заполярья, которые в зимнее время имеют высокую теплоотдачу дна (до 10 Вт/м²), позволит зимой уменьшить промерзание насыпных грунтов на поверхности и исключить их промерзание снизу.

4. Появится возможность использовать для строительства земляных сооружений тальные супесчаные и суглинистые грунты, широко распространенные под озерами криолитозоны.

5. Сократятся площади запыления и загрязнения тундры строительным грунтом, фильтрационными и отработанными водами, исчезнет процесс термоэрозии почвы, прекратятся термокарстовые формирования.

6. Кусты, площадки и автодороги, насыпные в акваториях озер с пляжными волноустойчивыми откосами, будут устойчивыми к размыву ливневыми осадками и волновому воз-

действию. Талое дно озер, сложенное из непросадочных или малопросадочных грунтов, придаст насыпям необходимую устойчивость, исключит их деградацию в условиях дальнейшего потепления климата.

7. Широкие пляжные откосы насыпных дорог могут быть использованы для прокладки внутрипромысловых коммуникаций: трубопроводов, линий электропередач, связи. Обеспечится круглогодичный доступ к ним строительной и ремонтной техники, что является актуальным в условиях непроходимости тундры.

8. Бурение с кустовых площадок, расположенных на озерных таликах, за счет уменьшения мощности или исключения горизонтов, содержащих мерзлоту, позволит ускорить проходку разведочных и эксплуатационных скважин и сократить затраты на их бурение.

9. Возрастает вероятность повышения отдачи скважин за счет их расположения над куполами месторождений нефти и газа, которые способны концентрироваться под озерными сквозными таликами.

10. Пробуренные в озерных сквозных таликах скважины не будут подвергаться промерзанию, исключится необходимость в дорогостоящей термостабилизации скважин.

Литература

1. Вечная мерзлота оказалась не такой уж вечной. INO TV. ARD/Das Erste, <http://inotv.rt.com/2009-11-27/Vechnaya-merzlot-a-okazalas-ne-takoj>.

2. Таяние вечной мерзлоты — угроза добыче нефти и газа / И. Ермаченков, 23.11.2009, <http://www.achinsk.biz/finanses/articles/69.html>.

3. Бессонов Е. А., Калинин А. А. Песчаная основа успеха // Нефть России. 2003. № 1. С. 98–100.

4. Патент РФ № 2221101. МКИ Е 01 С 1/00, Е 02 D 17/18. Способ строительства земляных сооружений в районах Крайнего Севера с повышенными экологическими требованиями / Бессонов Е. А., Кушпелев А. В., Калинин А. А. Изобретения. Заявки и патенты. 2004. № 1.

5. Бессонов Е. А. Новый принцип освоения заполярных территорий с использованием гидромеханизации // Энциклопедия гидромеханизированных работ. Словарь-справочник. М.: Изд-во «1989.ру», 2005. С. 273–274.

6. Глевицкий В. И. Гидромеханизация в транспортном строительстве. Справочное пособие. М.: Транспорт, 1988. С. 138–139.

7. Читинская ТЭЦ-1. Википедия: http://ru.wikipedia.org/wiki/Читинская_ТЭЦ-1.



Все для проектирования, строительства и эксплуатации транспортных объектов!

XIII Международная специализированная выставка

ДОРОГИ. МОСТЫ. ТОННЕЛИ

19–21 сентября 2012

Санкт-Петербург, Михайловский манеж, Манежная пл., 2, м. "Гостиный Двор"

ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ:

- Проектирование и строительство дорог, мостов и тоннелей
- Дорожная техника и оборудование
- Оборудование и технологии бестраншейной прокладки коммуникаций
- Материалы и конструкции для строительства и ремонта дорог, мостов, тоннелей
- Системы управления движением, дорожные знаки и разметка
- Системы и технические средства безопасности работ на дорогах
- Программное обеспечение и связь
- Диагностика и контроль качества дорожных работ
- Инвестиции и страхование объектов дорожного строительства, техники, оборудования

При поддержке Комитета по развитию транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга, Комитета по дорожному хозяйству Ленинградской области, Ассоциации "Дормост", Международной академии транспорта

Одновременно с выставками: "БЛАГОУСТРОЙСТВО ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ" "ТРАНСПОРТ: ЗАЩИТА И БЕЗОПАСНОСТЬ" и IX Международным форумом "МИР МОСТОВ"

www.restec.ru/transport

ВЫСТАВОЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ РЕСТЭК®

Организатор: Выставочное объединение "РЕСТЭК®" Тел.: (812) 320-8094 E-mail: transport@restec.ru

КУПОН БЕСПЛАТНОЙ ПОДПИСКИ НА ЖУРНАЛ «ГИДРОТЕХНИКА»

Уважаемые читатели!

Для бесплатного получения журнала, пожалуйста, заполните подписную карточку и отправьте ее по факсу (812) 712-90-48. Журнал «ГИДРОТЕХНИКА» — специализированное издание, которое распространяется в первую очередь по ведомствам и компаниям, имеющим непосредственное отношение к гидротехническому строительству и сооружениям. Редакция журнала оставляет за собой право корректировать базу рассылки журнала.

Данные для бесплатной подписки

Название компании:		Основной вид деятельности:	
Ф.И.О. руководителя:			
Ф.И.О. и должность получателя:			
Индекс	Почтовый адрес		
Код города	Тел.	Факс	E-mail
Хотели бы Вы получать журнал в электронном виде?			<input type="checkbox"/> Да <input type="checkbox"/> Нет

Журнал «ГИДРОТЕХНИКА» способствует установлению новых деловых контактов. Мы искренне рады, когда благодаря нашему изданию завязываются партнерские отношения.

В приведенном ниже списке отметьте, пожалуйста, компании, представленные в текущем номере журнала, публикации которых вызвали у вас наибольший интерес:

Компания	Стр.	Компания	Стр.	Компания	Стр.
<input type="checkbox"/> Дороги. Мосты. Тоннели. Выставка	115	<input type="checkbox"/> НИИЭС	12–17	<input type="checkbox"/> Сибгидромехстрой	110–111
<input type="checkbox"/> ЕвразХолдинг	95	<input type="checkbox"/> Охтинский завод строительных машин	83	<input type="checkbox"/> Силовые машины	34–35
<input type="checkbox"/> Егоров С. П.	40–41	<input type="checkbox"/> Пенетрон	99–101	<input type="checkbox"/> Сочинский государственный университет	64–66
<input type="checkbox"/> Завод по изоляции труб	90–91	<input type="checkbox"/> ПИРС	42	<input type="checkbox"/> Союзморниипроект	50–54
<input type="checkbox"/> Индустриальные покрытия	45	<input type="checkbox"/> Подводречстрой-1.	106	<input type="checkbox"/> Спецгидромонтаж	6–8
<input type="checkbox"/> Инженерный центр энергетики Поволжья	20–23	<input type="checkbox"/> Приборы неразрушающего контроля, выставка	18	<input type="checkbox"/> Тетис Про.	104–105
<input type="checkbox"/> Институт Геостройпроект.	37–39	<input type="checkbox"/> ПросекРус	1	<input type="checkbox"/> ТехПолимер	94
<input type="checkbox"/> Иргиредмет	92–93	<input type="checkbox"/> Профиль Группа Фирм	4 обл.	<input type="checkbox"/> ТПК	89
<input type="checkbox"/> Каскад	36	<input type="checkbox"/> РГТМУ.	68	<input type="checkbox"/> Фонд им. Н. К. Байбакова	74
<input type="checkbox"/> Мариметр	55	<input type="checkbox"/> РГУПС СПб.	84–88	<input type="checkbox"/> ЦеСиС Никирэт	49
<input type="checkbox"/> Механобр Инжиниринг	107–109	<input type="checkbox"/> РусГидро	27–33	<input type="checkbox"/> ЧиркейГЭСстрой	77
<input type="checkbox"/> Морская индустрия России, форум.	69	<input type="checkbox"/> Русторг, ТД.	61	<input type="checkbox"/> Штокман Девелопмент АГ	56–61
<input type="checkbox"/> МС Баухеми	96–98	<input type="checkbox"/> Санкт-Петербургский государственный горный университет	107–109	<input type="checkbox"/> ЭкоБиоКатализ	81
<input type="checkbox"/> М-Спецстрой	71	<input type="checkbox"/> Сенсор	42–43	<input type="checkbox"/> Экокемикал	78–80
<input type="checkbox"/> Нева-МеталлТрэйд.	67				

Уважаемые читатели! Редакция журнала приглашает к сотрудничеству. Отметьте, пожалуйста, какое участие вы можете принять в подготовке следующих номеров:

- Подготовить статью(-и) по теме: _____
- Разместить рекламную информацию о своей компании
- Принять участие в распространении журнала
- Представить журнал на сайте своей компании (дать ссылку на журнал)

БЛАГОДАРИМ ВАС ЗА ПРЕДОСТАВЛЕННУЮ ИНФОРМАЦИЮ!

В полном объеме вы можете скачать бесплатно любой номер журнала на www.hydroteh.ru

