

ГИДРОТЕХНИКА

Морские ГТС. Гидроэнергетика. Порт Сабетта.
Промышленная гидротехника. Строительные технологии и материалы.
Экология и гидротехника. Подводно-техническое оборудование.

№ 2 (31)
2013

Апрель — июнь 2013

GIKEN

Революционное строительство

Инновационные технологии
бесшумного и безвибрационного
погружения стальных шпунтовых свай



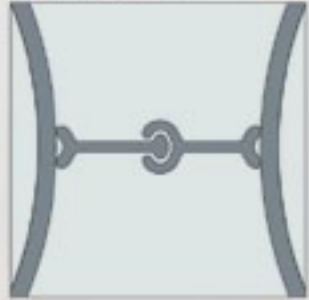
VOSTOK
Machinery

Официальный дистрибьютор Giken
giken.vmrus.com

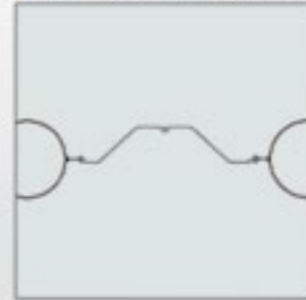
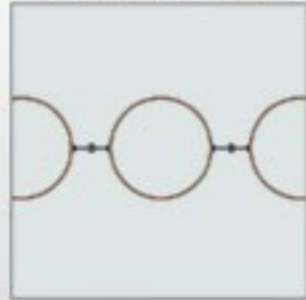
7495 723 3187
7495 723 3841



Замок WOM-WOF



Технология, позволяющая создавать надёжные трубошпунтовые стенки с высокой несущей способностью



СВАИ И ТРУБОШПУНТ для гидротехнического строительства

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

Болотоход + землесос = земснаряд!



Преимущества амфибии очевидны.



GRAFFT

COMPANY

Экскаваторы-амфибии, землесосы
Спецтехника, запасные части
Официальный дистрибьютор



Дистрибьютор по России и СНГ: ООО «Граффт»

Телефон +7 (499) 130-31-83, (495) 777-35-42 e-mail: info@grafft.ru, сайт: www.grafft.ru

ГИДРОТЕХНИКА



Раздел 1

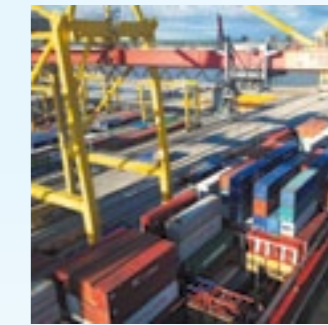
ГИДРОЭНЕРГЕТИКА	4-18
Кучинская З. М., Новожилов В. Ю. Особенности реконструкции различных типов гидрогенераторов.....	6
ПромГидроЭнергоМаш — ваш надежный партнер в сфере энергетики.....	12
20 лет на службе безопасности. Интервью с генеральным директором ЗАО «КОМПАНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» В. В. Слезко.....	13
Костыря С. А. О работах ВНИИГ на Баксанской ГЭС.....	16

Раздел 2

МОРСКИЕ, РЕЧНЫЕ ГТС	19-56
Лещенко С. В., Макаров К. Н. Методика расчета вертикальных гидродинамических волновых нагрузок на горизонтальные элементы морских гидротехнических сооружений.....	20
Штин С. М. Подводная добыча полезных ископаемых со дна морей.....	27
Ерашов В. П. Строительство морских ветроферм в Европе.....	33
Шибакин С. И., Шибакин Р. С. Платформы для замерзающих морей мелководной части континентального шельфа.....	36
ОАО «КАМПО» — 60 лет.....	40
Абрамов Д. С. Методы расчета шпунтовых стен. Развитие способов расчета экранированных стен.....	42
Гуткин Ю. М. Об учете трения грунта о стенку при определении отпора перед экранящими стенками бойлеров.....	50

Раздел 3

СТРОИТЕЛЬСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГТС	57-79
Маркович Р. А. Огнезащитные покрытия строительных конструкций зданий и сооружений морских портов.....	57
Неретин А. В., Пятаков В. Г., Соколов А. С. Водный баланс хвостохранилища и его влияние на окружающую среду.....	63
Брель Б., Меглен Ж., Мизар И. Использование битумных геомембран COLETANCHE в суровых климатических условиях.....	67
Новый продукт от Volvo Penta и Kärcher (WOMA).....	71
Гидроизоляционные материалы BOSTIK для защиты от негативного давления воды.....	72
Международная ассоциация фундаментостроителей.....	76
Как слово наше отзовется. Открытое письмо специалистов ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева.....	79



Раздел 4

ПОРТ САБЕТТА	80-91
На пути освоения Арктики.....	80
Минин М. В. Проект порта Сабетта.....	82
Галактионов Э. Ю., Штефанов Ю. П., Алипов С. П. Комплексное решение задач обеспечения устойчивости фундаментов зданий и сооружений в криолитозоне.....	88

Раздел 5

ЭКОЛОГИЯ И ГИДРОТЕХНИКА. УСТЬ-ЛУГА: ЭКОЛОГИЧЕСКИ ДРУЖЕСТВЕННЫЙ ПОРТ	92-102
Аксенова Ю. В. Морской торговый порт Усть-Луга: обеспечение экологической безопасности.....	93
Кумачева Е. И. Экологическая политика ОАО «Ростерминалуголь».....	95
Экологическая политика ОАО «Усть-Лужский контейнерный терминал».....	96
Охрана окружающей среды при эксплуатации паромного комплекса в морском порту Усть-Луга.....	98
Шилин М. Б., Петрова М. М. Наука, бизнес и власть объединились в решении вопросов устойчивого развития береговой зоны Лужской губы.....	99

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ «ГИДРОТЕХНИКА»	103
--	-----

1.

4-18

ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

ОБОРУДОВАНИЕ

БАКСАНСКАЯ ГЭС

ОБЕСПЕЧЕНИЕ
БЕЗОПАСНОСТИ



РЕШЕНИЯ ДЛЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ



ЭНЕРГИЯ НА РЕЗУЛЬТАТ



ВОДА – ЭТО СТИХИЯ С ОСОБЫМ ХАРАКТЕРОМ, НО МЫ ЗНАЕМ, КАК ПРЕВРАТИТЬ ЕЕ МОЩЬ В СОЗИДАЮЩУЮ ЭНЕРГИЮ.

Уникальный опыт и инновационные разработки позволяют «Силовым машинам» выпускать оборудование на уровне мировых стандартов и предлагать прогрессивные технические решения, разработанные для каждого заказчика индивидуально. Многолетний опыт создания гидрооборудования позволил нам стать лидером в этой области.

- /// крупнейший в России инженерно-конструкторский центр в области энергомашиностроения;
- /// более 90 лет опыта в проектировании и производстве энергооборудования для гидроэлектростанций;
- /// изготовлено свыше 800 гидравлических турбин и 600 гидрогенераторов суммарной мощностью 80 000 МВт;
- /// более 70% российских гидроэлектростанций используют оборудование «Силовых машин».

www.power-m.ru

ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ



Кучинская З. М.,
канд. техн. наук,
отдел проектирования
гидрогенераторов,
завод «Электросила»
ОАО «Силовые машины»



Новожилов В. Ю.,
отдел проектирования
гидрогенераторов,
завод «Электросила»
ОАО «Силовые машины»

The article describes the peculiarities of reconstruction and modernization of various kinds of generators that have been working on hydropower plants for over a decade but haven't been used up. The authors specify the conditions when the reconstruction of an old generator may be performed in lieu of its replacement with a new one. The article also talks about process engineering and the experience in generator reconstruction on different HPP of Russia and in the world carried out by professionals of "Electrosila" plant, OJSC "Power machines".

ОАО «Силовые машины» — крупнейшая энергомашиностроительная компания России, имеющая международный опыт и компетенцию в области проектирования, изготовления и комплектной поставки оборудования для тепловых, атомных, гидравлических и газотурбинных электростанций.

В последние десятилетия на гидроэлектростанциях во всем мире постоянно возрастает доля реконструируемого оборудования по сравнению с долей новых машин. Сегодня практически 80–90% производимых во всем мире машин приходится на долю реконструируемых гидрогенераторов, и только 10–20% составляет новое оборудование. Основная часть гидроэнергетического оборудования вводилась в эксплуатацию в 1930-е, 1950-е гг., соответственно, оборудование находится в эксплуатации более 60 лет.

Практически во всех регионах мира, кроме, пожалуй, районов Латинской Америки и Юго-Восточной Азии, сегодня приоритет приобретает не столько строительство новых гидроэлектростанций, сколько модернизация существующего оборудования.

ОАО «Силовые машины» имеет большой опыт работ по реконструкции, модернизации и повышению мощности гидрогенераторов, как собственного производства, так и производства других фирм, — от реконструкции отдельных узлов и деталей до полной замены генератора. За все годы работы компанией модернизировано около 225 гидрогенераторов, из них около 140 в течение последних 15 лет.

В практике «Силовых машин» наблюдается как замена гидрогенератора целиком, так и модернизация отдельных узлов: обмотки, сердечника, корпуса статора, переизолировка полюсов, замена обмотки возбуждения, сердечников и нажимных щек полюсов ротора, системы охлаждения, подпятника, подшипников.

Главная цель реконструкции — прежде всего восстановление ресурса физически изношенного и морально устаревшего оборудования. Кроме того, при реконструкции практически всегда наблюдается улучшение эксплуатационных характеристик генератора. Реконструкция всегда способствует обеспечению длительной и надежной эксплуатации генераторов после модернизации, в том числе и за счет повышения степени мониторинга в процессе эксплуатации.

При любой реконструкции гидрогенераторов важны следующие характеристики:

- величина единичной мощности каждого агрегата;
- практически неизменность основных габаритных размеров реконструируемых гидрогенераторов вследствие необходимости использования части существующих фундаментов, общестанционных систем и отметок здания ГЭС;
- состояние основных электромагнитных характеристик;
- рост КПД.

Объем реконструкции в первую очередь зависит от степени изношенности оборудования, от модернизации других узлов ГЭС — прежде всего рабочих колес турбины, систем возбуждения, а также от выбора заказчика. Основные вопросы на этом этапе:

- что подлежит модернизации в первую очередь;
- ресурс каких узлов генератора может быть продлен;
- возможность повышения мощности и изменения энергетических параметров.

Объем реконструкции также зависит от типа модернизируемых гидрогенераторов. ОАО «Силовые машины» способно изготавливать и модернизировать гидрогенераторы различных типов:

- вертикальные гидрогенераторы с косвенным воздушным охлаждением;
- вертикальные гидрогенераторы с водяным охлаждением обмотки статора и с форсированным воздушным охлаждением обмотки ротора;
- синхронные вертикальные обратимые гидрогенераторы-двигатели;
- горизонтальные гидрогенераторы с косвенным воздушным охлаждением;
- горизонтальные капсульные гидрогенераторы с водяным охлаждением обмоток статора, ротора и сердечников полюсов;
- горизонтальные капсульные гидрогенераторы с форсированным воздушным охлаждением;
- быстроходные гидрогенераторы.

Каждый тип гидрогенераторов характеризуется конкретными особенностями, поэтому реконструкция каждого типа гидрогенераторов своеобразна. В статье рассмотрены общие и индивидуальные принципы, на которых основана реконструкция генераторов различных типов.

Прежде всего рассмотрим общие принципы модернизации. Наиболее наглядно они проявляются при реконструкции



Рис. 1. Общий вид ГЭС Джердап I

вертикальных синхронных гидрогенераторов с косвенным воздушным охлаждением, составляющих основную долю всех гидрогенераторов.

Практически любая модернизация активной электромагнитной зоны начинается с замены обмотки статора. В настоящее время при изготовлении обмоток статоров гидрогенераторов используются современные технологии — в первую очередь это касается изоляционных материалов. Как правило, сегодня при модернизации гидрогенераторов предусмотрено увеличение мощности агрегата. Замена существующей термореактивной изоляции обмотки статора после 30–40 лет эксплуатации на современную «уточенную» термореактивную изоляцию класса нагревостойкости "F" позволяет даже без изменения размеров пазов сердечника статора увели-

чить объем тока в пазу примерно на 15–20%, и тем самым минимум на 15% повысить мощность генератора. Этот эффект еще более значителен при замене микалентной изоляции класса нагревостойкости "B" на современную термореактивную изоляцию класса нагревостойкости "F". Сегодня в ОАО «Силовые машины» для обмоток статоров гидрогенераторов применяется термореактивная изоляция, допускающая высокий градиент напряжения, более 2,5 кВ/мм, и выдерживающая высоковольтные испытания в соответствии с международными стандартами.

Как правило, замена обмотки при модернизации практически всегда сопровождается и заменой сердечника статора, поскольку при эксплуатации и демонтаже старой обмотки пакеты сердечника статора могут повредиться, частично

ГЭС	Страна	Кол.	Мощность, МВт		n, 1/мин	Год		Объем реконструкции
			до	после		П	Р	
			реконструкции					
Братская	Россия	14	225,0	250,0	125,0	1960	1976	обмотка статора
Волжская	Россия	20	115,0	120,0	68,2	1953	1978	статор
Волгоградская	Россия	22	115,0	120,0	68,2	1957	1978	статор
Днепровская	Украина	2	104,5	104,5	107,0	1946	1988	статор
Гюмушская	Армения	1	56,0	56,0	375,0	1952	1990	статор
Лангстроммен	Швеция	1	21,25	30,0	187,5	1961	2004	статор
Сейтакорва	Финляндия	1	54,0	70,2	115,38	1963	2004	статор
Крангеде	Швеция	3	29,8	41,4	166,67	1936	2002	статор
Грюндфорс	Швеция	2	49,5	54,0	150,0	1958	2003	статор
Киерикки	Финляндия	2	16,0	21,6	166,7	1965	2006	статор
Памило	Финляндия	1	27,2	32,4	187,5	1954	2005	статор
Гумати I	Грузия	1	12,0	12,0	214,29	1953	2006	статор
Гумати II	Грузия	1	7,6	7,6	150,0	1953	2006	статор
Варднили	Грузия	1	77,0	77,0	187,5	1977	2005	статор
Чебоксарская	Россия	8	78,0	78,0	57,69	1981	2013	статор
Нижне-Камская	Россия	1	78,0	78,0	57,69	1981	2013	статор

П — год начала производства; Р — год начала реконструкции.

Табл. 1. Гидрогенераторы с модернизацией статора

ГЭС	Страна	Кол.	Мощность, МВт		п, 1/мин	Год		Объем реконструкции
			до	после		П	Р	
			реконструкции					
Нижне-Свирская	Россия	4	24,0	30,0	75,0	1932	1979	статор, полюса, система вентиляции
Бхакра Нангал	Индия	5	120,0	157,0	187,5	1964	1992	статор, полюса
Верхне-Свирская	Россия	4	40,0	40,0	68,2	1950	1992	статор, полюса, система вентиляции
Юлхьямя	Финляндия	3	15,3	21,78	115,4	1950	2000	статор, полюса
Амма	Финляндия	1	14,25	20,43	125,0	1945	2002	статор, полюса
Айттокоски	Финляндия	1	37,8	46,8	142,86	1945	2002	статор, полюса
Тхак Ба	Вьетнам	3	36,0	40,0	136,4	1965	2004	статор, переизолировка полюсов
Джердап-I	Сербия, Черногория	6	171,0	190,0	71,43	1969	2006	статор, полюса, вспомогательный генератор
Асуан	Египет	12	175,0	200,0	100,0	1966	2004	статор, обмотка полюсов, вспомогательный генератор

Табл. 2. Гидрогенераторы с полной заменой активной электромагнитной зоны

распрессоваться и получить локальные дефекты, в результате новая обмотка статора может быть повреждена. Использование электротехнической холоднокатаной стали с низкими удельными потерями и «утоненного» изоляционного лака при замене сердечника статора позволяет снизить потери в сердечнике статора и, соответственно, повысить коэффициент полезного действия гидрогенератора.

При замене сердечника статора при реконструкции зачастую корпус статора может остаться существующим, без изменений. В этом случае сборка сердечника статора производится на станции «в кольцо», что способствует очень хорошей форме сердечника статора, минимальной эллиптичности. Время производства гидрогенератора в цехах завода сокращается, но несколько возрастает время монтажа. При реконструкции только статора порою необходимо изменить число пазов. Для того чтобы в кривой магнитного поля в воздушном зазоре не содержались субгармоники с высокой амплитудой, вызывающие повышенные вибрации сердечника статора, необходимо, чтобы увеличение магнитного потока не превышало 10%, и, соответственно, усилия, действующие на статор, не возросли бы более, чем на 20%. Если условие незначительного увеличения магнитного потока невыполнимо, то для гарантии безаварийной работы существующих механических узлов при повышении мощности однозначно необходима модернизация полюсной системы или замена всего гидрогенератора.

В табл. 1 представлены синхронные вертикальные гидрогенераторы, модернизация которых касалась только замены обмотки статора или статора целиком, без модернизации полюсной системы.

При замене только статора с повышением мощности всего генератора, особенно в генераторах, изготовленных ранее другими фирмами, а не ОАО «Силловые машины», часто возникает вопрос о возможности сохранения параметров системы возбуждения. При повышении мощности ориентировочно до 10% и замене только статора возможно сохранение существующих параметров системы возбуждения путем незначительного уменьшения диаметра расточки статора и соответственно уменьшения величины воздушного зазора.

При существенном повышении мощности при модернизации часто необходима замена не только статора, но и полюсной системы. Если повышение мощности генератора происходит при сохранении полюсной системы и основных габаритных размеров, это может привести к возрастанию параметров возбуждения, к повышению температуры обмотки ротора. Для надежной эксплуатации генератора при повышении мощности необходима модернизация полюсов ротора. Возможны варианты, когда достаточно произвести переизолировку полюсов ротора с применением изоляционных материалов нагревостойкости класса «F», с вакуумно-нагнетательной пропиткой целиком собранных полюсов ротора. Но, естественно, более эффективным и надежным является ва-

ГЭС	Страна	Кол.	Мощность, МВт		п, 1/мин	Год	
			до	после		П	Р
			реконструкции				
Бурджарская	Узбекистан	2	3,2	3,8	187,5	1934	1990
Волховская	Россия	3	7,0	12,0	75,0	1925	1993
Рыбинская	Россия	4	55,0	63,2	62,5	1940	1994
Цимлянская	Россия	2	40,0	52,5	88,24	1951	1996
Мингечаур	Азербайджан	3	72,5	70,4	150,0	1952	1996
Калирайя	Филиппины	2	11,3	17,5	720,0	1948	1999
Ботокан	Филиппины	2	8,0	10,5	600,0	1948	2000
Катерма	Финляндия	1	6,0	12,0	136,4	1950	2001
Светогорская	Россия	4	24,0	31,5	100,0	1945	2008
Лесогорская	Россия	4	25,0	31,5	100,0	1936	2008
Волжская	Россия	22	120,0	125,5	68,18	1957	2012
Баксанская	Россия	3	8,32	9,0	500,0	1934	2011

Табл. 3. Реконструкция с полной заменой синхронных вертикальных гидрогенераторов



Рис. 2. Реконструкция гидрогенератора ГЭС Джердап-I



риант с заменой всей полюсной системы. Многочисленные опытные и расчетные данные показывают, что при сохранении основных размеров активной зоны повышение мощности генератора на 20% приводит к возрастанию тока возбуждения в среднем на 10%, поэтому, если существующая обмотка возбуждения не имеет резервов по нагреву, необходима модернизация полюсов и обмоток возбуждения.

В табл. 2 представлены синхронные вертикальные гидрогенераторы с полной заменой активных электромагнитных частей.

Безусловно, наиболее эффективной мерой является модернизация, предусматривающая полную замену генераторов. В последние годы именно такого рода реконструкция приобретает решающее значение, поскольку позволяет значительно повысить мощность генераторного оборудования, применить современные средства диагностики и защиты, а также существенно повысить надежность оборудования. При такой модернизации, как правило, остаются неизменными габаритные размеры оборудования, и, поскольку возрастает мощность, то существенно увеличивается коэффициент использования.

В табл. 3 представлены синхронные вертикальные реконструированные гидрогенераторы, при модернизации которых предусмотрена замена гидрогенераторов целиком.

«Силловые машины» провели реконструкцию и восстановление гидрогенераторов, установленных на самых мощных в России ГЭС — Красноярской и Саяно-Шушенской. Это генераторы мощностью свыше 500 МВт с полным водяным охлаждением обмотки статора и форсированным воздушным

охлаждением обмотки ротора. В табл. 4 приведены технические характеристики данных генераторов.

Основные принципы модернизации сверхмощных гидрогенераторов следующие:

- Мощность и габариты гидрогенераторов зачастую остаются неизменными, т. к., во-первых, при строительстве сверхмощных станций все ресурсы полностью использованы, мощность турбин при замене рабочих колес не всегда меняется. Габариты неизменны, поскольку, с одной стороны, один из принципов целесообразной модернизации гидроэлектростанций — отказ от производства каких-либо бетонных работ, а, с другой стороны, такие генераторы уже достаточно высоко использованы до реконструкции.
- Полностью заменяется обмотка статора с водяным охлаждением, т. к. это одна из самых уязвимых частей гидрогенератора.
- Модернизированные сердечники статоров собираются на станции «в кольцо» с применением метода «горячей растяжки»; сверхмощные гидрогенераторы, как правило, тихходные машины и соответственно имеют диаметры 18–20 м.
- Обмотка ротора с форсированным воздушным охлаждением заменяется, т. к. в процессе эксплуатации загрязняются каналы для прохождения воздуха в обмотке возбуждения.
- В сердечниках полюсов ротора сверхмощных генераторов рекомендуется выполнять нажимные щеки немагнитными для расширения зоны работы гидрогенераторов

ГЭС	Кол.	Мощность, МВт		п, 1/мин	Год		Объем реконструкции
		до	после		П	Р	
		реконструкции					
Красноярская	12	500	500	93,8	1964	1994	статор, полюса, система водяного охлаждения
Саяно-Шушенская	10	640	640	142,86	1977	2010	генератор

Табл. 4. Реконструкция мощных гидрогенераторов

ГЭС	Страна	Кол.	Мощность, МВт		п, 1/мин	Год	
			до	после		П	Р
			реконструкции				
Калирайя	Филиппины	2	11,3	17,5	720,0	1948	1999
Ботокан	Филиппины	2	8,0	10,5	600,0	1948	2000
Баксанская	Россия	3	8,32	9,0	500,0	1934	2011

Табл. 5. Модернизация быстроходных гидрогенераторов

ГЭС	Мощность			Фактор использования			КПД, %		
	P, МВт			K _п , кВА/(м ³ *1/мин)			η, %		
	до	после	ΔP	до	после	ΔK _п	до	после	
реконструкции	реконструкции	%	реконструкции	реконструкции	%	реконструкции	реконструкции	%	
Вертикальные синхронные гидрогенераторы с частичной модернизацией									
Верхне-Свирская	40,0	40,0	0,0	4,61	4,61	0,0	96,70	96,90	0,2
Бхакра Нангал	120,0	157,0	30,8	5,99	7,8	30,2	98,07	98,48	0,41
Ялхома	15,3	23,04	50,0	3,37	4,73	40,0	96,37	97,52	1,15
Катерма	6,0	12,0	100,0	—	5,68	—	—	97,33	—
Амма	14,25	20,43	43,3	2,82	4,27	51,0	97,28	98,03	0,75
Айттокоски	37,8	46,8	23,7	3,38	4,18	23,7	98,14	98,42	0,28
Сейтакорва	54,0	70,2	30,0	5,15	6,69	30,0	—	—	—
Лангстроммен	21,25	28,8	35,5	4,8	6,15	28,0	—	—	—
Тхак Ба	36,0	40,0	11,1	3,6	4,0	11,1	97,50	97,94	0,44
Крангеде	29,8	41,4	39,0	3,29	4,36	32,5	—	—	—
Грюндфорс	49,5	54,0	9,1	4,2	4,59	9,1	—	—	—
Джердап-I	171,0	190,0	11,1	7,55	8,39	11,1	98,20	98,35	0,15
Асуан	175,0	200,0	14,3	6,18	7,07	14,4	98,10	98,45	0,35
Киерикки	16,0	21,6	35,0	4,32	5,18	19,9	—	—	—
Памило	27,2	32,4	19,1	5,42	6,1	12,5	—	—	—
Вертикальные синхронные гидрогенераторы с полной заменой генератора									
Волховская	7,0	12,0	71,4	2,025	3,1	53,0	95,89	96,50	0,61
Рыбинская	55,0	63,2	15,0	4,63	5,44	17,5	97,20	97,70	0,5
Цимлянская	40,0	52,5	31,25	5,0	6,56	31,2	96,50	97,45	0,95
Мингечаур	72,5	70,4	-3,0	5,88	6,62	12,6	97,50	98,10	0,6
Светогорская	24,0	31,5	31,25	5,05	6,51	28,9	96,20	97,67	1,47
Лесогорская	25,0	31,5	26,0	—	6,51	—	—	97,67	—
Волжская	120,0	125,5	4,6	4,78	5,0	4,6	97,70	98,29	0,59
Мощные гидрогенераторы с водяным охлаждением обмотки статора									
Красноярская	500	500	0,0	13,12	13,12	0,0	97,90	97,90	0,0
Саяно-Шушенская	640	640	0,0	12,9	12,9	0,0	98,3	98,41	0,11
Капсульные гидрогенераторы									
Саратовская	45,0	54,0	20,0	9,32	6,93	-34,4	96,70	97,90	1,2
Быстроходные гидрогенераторы									
Калирайя	11,3	17,5	55,0	—	6,78	—	—	97,65	—
Ботокан	8,0	10,5	31,25	—	5,63	—	—	97,50	—
Баксанская	8,32	9,0	8,17	—	4,27	—	—	97,30	—

Табл. 6. Сравнение основных показателей при реконструкции гидрогенераторов

в режимах потребления реактивной мощности, а также для решения проблемы передачи мощности на большие расстояния.

- Модернизация традиционной в 70–80-е гг. прошлого века двусторонней схемы вентиляции в одностороннюю схему позволяет снизить вентиляционные потери, повысить КПД, а также предотвращает загрязнение лобовых частей обмотки статора парами масла.
- Формально коэффициент использования гидрогенераторов остается неизменным, но за счет повышения КПД генератора повышается выработка электроэнергии.

Особое место занимает реконструкция капсульных машин. Во второй половине прошлого века «Электросилой» были выпущены 23 капсульных гидрогенератора с полностью водяным охлаждением обмоток статора и ротора и сердечников полюсов ротора. Сегодня при реконструкции капсульных машин принципиально меняется тип охлаждения: вместо применявшегося ранее водяного охлаждения применяется форсированное воздушное. Таким образом, интенсивность охлаждения становится несколько ниже, также всегда имеется достаточно жесткое ограничение по габаритам капсулы. Сегодня при реконструкции капсульных гидрогенераторов наблюдаются следующие тенденции:

- переход от водяного охлаждения активных частей к форсированному воздушному охлаждению;

- для сохранения или увеличения мощности генератора необходимо увеличение габаритов капсулы;
- снижение коэффициента использования генератора;
- практически всегда производится не частичная реконструкция, а полная замена капсульного гидрогенератора.

В настоящее время ОАО «Силловые машины» вводят в эксплуатацию после реконструкции два капсульных гидроагрегата Саратовской ГЭС с повышением единичной мощности от 45 МВт до 54 МВт. Номинальная скорость вращения агрегатов 75 об/мин. Первоначально два капсульных гидрогенератора Саратовской ГЭС были введены в эксплуатацию в 1967 г. и имели водяное охлаждение обмоток статора, ротора и сердечников полюсов. После реконструкции с увеличением мощности габариты капсулы несколько увеличились, и водяное охлаждение было заменено воздушным.

Ряд особенностей при реконструкции имеют и быстроходные гидрогенераторы мощностью до 20 МВт, имеющие скорость вращения свыше 400 об/мин. В них определяющее влияние оказывает механическая прочность, и практически всегда гидрогенератор полностью заменяется (табл. 5).

Реконструкция гидрогенераторов любого типа связана с изменением основных показателей: мощности, коэффициента использования и КПД. Изменение основных показателей гидрогенераторов, модернизированных «Силловыми машинами», представлено в табл. 6.



Рис. 3. Рыбинская ГЭС: слева — до реконструкции, справа — после реконструкции

Практически любая реконструкция сопровождается повышением мощности, если это обеспечивается возможностями турбины. Увеличение мощности может составлять от 20% до 100%. При реконструкции, как правило, возрастает степень использования гидрогенератора — возрастает величина мощности, заключенная в единицу активного объема, с учетом скорости вращения агрегата; другими словами, любая реконструкция сопровождается снижением удельного расхода используемых материалов на единицу мощности. Повышение коэффициента использования достигается двумя способами. В первом случае мощность агрегата повышается, но основные габаритные размеры вследствие неизменности фундаментных размеров остаются без изменений. Во втором случае — мощность генератора остается неизменной (при ограничении мощности турбины), но при реконструкции генератора, наряду с улучшением эксплуатационных свойств, возможно уменьшение основных габаритных размеров и, как следствие, уменьшение веса генератора. В обоих случаях наблюдается снижение удельного расхода материалов на единицу мощности гидрогенератора и соответственно возрастание коэффициента использования генератора. Коэффициент использования генераторов при модернизации может возрасти до 1,5 раз.

Отдельного рассмотрения заслуживает резкое снижение коэффициента использования капсульных гидрогенераторов Саратовской ГЭС, отличающихся резким ограничением размеров. Повышение мощности этих агрегатов при модернизации составило 20%. До реконструкции генераторы выполнялись с водяным охлаждением обмоток статора, ротора, а также сердечников полюсов. Модернизация в первую очередь коснулась системы охлаждения гидрогенератора — вместо водяного охлаждения применяется форсированное воздушное. В результате повышения мощности и изменения системы охлаждения габариты капсулы несколько увеличились, и соответственно коэффициент использования снижается.

Во всем мире сегодня энергия — наиболее дорогостоящий продукт, поэтому при реконструкции особенно важны два основных показателя: повышение мощности и повышение КПД. В результате модернизации коэффициент полезного действия гидрогенераторов повышается примерно на 0,5–1%.

При частичной реконструкции всегда актуальна способность генератора и существующей аппаратуры защиты выдерживать токи и моменты короткого замыкания. Повышение мощности при сохранении основных габаритных размеров ведет к пропорциональному возрастанию синхронных, переходных и сверхпереходных реактансов генератора.

Токи, моменты и усилия, возникающие при коротких замыканиях, в свою очередь, пропорциональны мощности агрегата, но обратно пропорциональны величинам индуктивных сопротивлений. Следовательно, при частичной реконструкции токи, моменты и усилия, возникающие при коротких замыканиях, остаются неизменными.

Заключение

- ОАО «Силловые машины» имеет опыт модернизации гидрогенераторов различных типов: вертикальных гидрогенераторов с косвенным воздушным охлаждением; сверхмощных гидрогенераторов с водяным охлаждением обмотки статора и с форсированным воздушным охлаждением обмотки ротора; капсульных гидрогенераторов; быстроходных гидрогенераторов.
- Объем модернизации гидрогенераторов определяется требованиями и степенью изношенности оборудования. Реконструкция может касаться как замены гидрогенератора целиком, так и модернизации отдельных узлов: обмотки, сердечника, корпуса статора; замены обмотки возбуждения, сердечников и нажимных щек полюсов ротора, системы охлаждения, сегментов подпятника, подшипников.
- ОАО «Силловые машины» имеет опыт модернизации как гидрогенераторов, изготовленных ранее собственными силами, так и гидрогенераторов, изготовленных другими фирмами.
- Реконструкция гидрогенератора, как правило, сопровождается увеличением мощности агрегата от 20% до 100%, если оно обеспечивается возможностями турбины.
- При реконструкции наблюдается повышение фактора использования и снижение удельного расхода материалов на единицу мощности гидрогенератора.
- Наблюдается повышение коэффициента полезного действия генератора вследствие повышения мощности и эффективного использования активного объема генератора.
- При реконструкции повышается надежность работы гидрогенератора.
- При реконструкции токи, моменты и усилия, возникающие при коротких замыканиях, остаются без изменений.
- При реконструкции с применением немагнитных нажимных щек полюсов ротора расширяется зона допустимых режимов работы при потреблении реактивной мощности из сети.

ПРОМГИДРОЭНЕРГОМАШ

ВАШ НАДЕЖНЫЙ ПАРТНЕР В СФЕРЕ ЭНЕРГЕТИКИ



ПромГидроЭнергоМаш

ООО «ПромГидроЭнергоМаш»
119361, Москва, Озерная ул., 42
Тел. (495) 783-44-67
E-mail: pgemash@mail.ru, www.pgem.ru

ООО «ПромГидроЭнергоМаш» работает на рынке проектирования, изготовления, поставки и монтажа:

- гидромеханического оборудования (закладные части и затворы плоские, скользящие, колесные, сегментные; решетки сороудерживающие, водоочистные вращающиеся сетки, решеткоочистные машины и др.);
- кранового оборудования (мостовые и козловые краны электрические специальные — г/п от 20 до 500 т).

Компания «ПромГидроЭнергоМаш» имеет обширный опыт в сфере гидро- и теплоэнергетики, основанный на успешном выполнении проектов для крупных заказчиков, среди которых:

- **ОАО «Русгидро»** — крановое и гидромеханическое оборудование с монтажом для Камской ГЭС, Советской и Богучанской ГЭС, Воткинской ГЭС, Чебоксарской ГЭС, Каскада Верхневолжских ГЭС, Зарамагских ГЭС, Баксанской и Нижегородской ГЭС.
- **ОАО ВО «Технопромэкспорт»** — крановое и гидромеханическое оборудование, емкостное оборудование и металлоконструкции для Ивановской ГРЭС, Черепетской ГРЭС, ТЭЦ-22 «Южная» (Санкт-Петербург), ТЭС «Сисак» (Хорватия), Калининградской ТЭЦ-2, Уренгойской ГРЭС, Нижневартовской ГРЭС, Полоцкой ГЭС (Республика Беларусь).
- **ОАО «Нарынгидроэнергострой»** — гидромеханическое и крановое оборудование для Камбаратинской ГЭС-2 (Киргизия).
- **ОАО «Энерго-строительная корпорация «СОЮЗ»** — гидромеханическое оборудование для УТЭЦ-150 МВт ОАО «НЛМК».
- **ОАО «ОГК-1»** — крановое оборудование для Уренгойской ГРЭС.
- **ООО «Корпорация Энергомашэкспорт»** — гидромеханическое оборудование для филиала Яйвинская ГРЭС ОАО «ОГК-4».
- **ОАО «Трест Гидромонтаж»** — напорные водоводы и компенсаторы для Загорской ГАЭС-2, водоводы для Зарамагской ГЭС, гидромеханическое оборудование для Баксанской ГЭС.

ООО «ПромГидроЭнергоМаш» имеет собственную конструкторскую базу, обладает полным комплектом конструкторской документации и новейшего программного обеспечения (полнофункциональная интегрированная CAD/CAM/CAE Pro-ENGINEER и др.) для моделирования в 3D, расчетов и разработки изделий различной степени сложности.

Компания имеет свидетельство СРО и все необходимые лицензии и сертификаты на выполнение работ, в том числе и генподрядных. Все лицензии поддерживаются в актуальном состоянии и регулярно обновляются.

Участие в крупных отраслевых выставках, таких как Russia Power, «КранЭкспо», «Гидрострой» и многих других, позволяет нам устанавливать непосредственные контакты с нашими партнерами.

Производство осуществляется на ПАО «Новокаховский завод «УкрГидроМех» с многолетней историей. Завод изготавливает различные типы затворов для гидросооружений, ворота шлюзовые, защитные ограждения (решетки сороудерживающие, водоочистные сетки), мостовые и козловые краны электрические специальные г/п от 20 до 500 т, напорные трубопроводы, стальные облицовки турбинных водоводов, захватные балки, закладные части и многое другое отечественным и иностранным заказчикам на более 200 объектов в 25 странах мира.

ООО «ПромГидроЭнергоМаш», при поддержке проектных институтов и производственных мощностей заводов, готов к сотрудничеству в реализации нестандартных технических решений.

Основными приоритетами в деятельности компании являются: качество изготавливаемой продукции, долгосрочность сотрудничества, пунктуальность в сроках исполнения. Руководствуясь этим, компания стремится поднимать партнерские отношения на новый уровень и расширять географию деятельности.

20 ЛЕТ НА СЛУЖБЕ БЕЗОПАСНОСТИ

The paper presents experience and developments of "Company Bezопасnost" that is one of the Russian developing and producing safety complex systems leaders. Their safety systems were installed on many hydropower plants, enterprises of oil and gas and other extractive industries, in ports and both military and civil organisations during 20 years of the company work.

25 января 2013 г. ЗАО «КОМПАНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» отметила свое 20-летие. Сегодня она прочно занимает лидирующие позиции на российском рынке систем безопасности. Технические комплексы, разработанные и реализованные «КОМПАНИЕЙ БЕЗОПАСНОСТЬ», установлены на многих крупных энергетических объектах, в том числе и ГЭС, на нефтегазовых комплексах, добывающих предприятиях, оборонных объектах, обеспечивая их надежную защиту. О достижениях, разработках и перспективных задачах ЗАО «КОМПАНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» мы беседуем с генеральным директором В. В. Слезко.



Генеральный директор В. В. Слезко

— Владимир Владимирович, если мысленно пройти 20-летний путь компании, что бы вы выделили как основной принцип ее развития?

— Мы начинали с установки систем видеонаблюдения, но уже на первом своем объекте — компании «Металз Раша» — поняли, что решением, пусть и важной, но одной задачи невозможно обеспечить надежную защиту объекта в целом. Системный подход к обеспечению безопасности, пожалуй, и стал главным принципом нашей работы, движущей силой развития. Мы стремительно начали осваивать новые направления: уже через два года устанавливали системы контроля и управления доступом, системы охранно-пожарной сигнализации. Еще через два года компания приступила к разработке собственного программного обеспечения, была освоена технология и начато широкое применение оптоволоконной связи. К началу XXI в. мы сделали целый ряд собственных разработок комплексных систем безопасности. А к 2005 г. уже

имели свое производство, представительства в регионах России, различные направления оформились в структуре компании в самостоятельные департаменты и отделы.

— В сегодняшней деятельности компании можно выделить приоритетные направления, которые наиболее востребованы или экономически более целесообразны для стабильности организации?

— Наши приоритеты определяют и время — возьмем, например, обеспечение защиты от терроризма, — и особенности объекта, и, безусловно, заказчик. Где-то в приоритет выдвигается периметральная защита объекта, где-то защита от террора, где-то физическая защита, предотвращение чрезвычайных ситуаций или узкие задачи: пожарно-охранная сигнализация, система оповещения. Но мы в своей работе исходим из принципа максимальной, т. е. абсолютно надежной защиты объекта. А на достижение этого результата «работают» все направления, т. е. однозначно мы предложим заказчику комплексное решение системы безопасности под ключ; разработаем, установим, наладим работу и будем обеспечивать сопровождение эксплуатации. Даже если это решение типовое, т. е. мы его имеем в виде готового изделия, в любом случае оно будет адаптировано и настроено под особенности конкретного объекта. Приведу в качестве примера разрабатываемые нами интегрированные комплексы систем физической защиты (ИК СФЗ). Первым этапом в решении задачи защиты объекта будет анализ его уязвимости, на основе чего будет проектироваться система безопасности, подбираться оборудование, отвечающее особенностям и условиям эксплуатации объекта, а затем осуществляться интеграция всех технических решений в единую комплексную систему безопасности. Для типовых промышленных объектов нами налажен выпуск интегрированного комплекса систем физической защиты (ИК СФЗ «Фарватер») в виде готовых изделий, но конкретная комплектация таких комплексных систем безопасности может быть определена по требованиям конкретных объектов.

— Среди ваших заказчиков различные министерства, Государственная дума, Конституционный суд РФ и многие ведомств. Если говорить о промышленных объектах, в каких отраслевых направлениях преимущественно работает «КОМПАНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»?

— Для нас все объекты значимые, но в плане наших профессиональных возможностей наиболее интересны сложные

объекты. Мы активно работаем с атомными станциями: наши комплексы обеспечивают безопасность Нововоронежской, Кольской, Смоленской, Балаковской, Курской и других АЭС концерна «Росэнергоатом». Большой объем работ выполнен на объектах нефтегазовой отрасли: к примеру, проектирование и внедрение систем и комплексов ИТСО на более чем 80 объектах нефтедобывающего комплекса ОАО «Сургутнефтегаз». Активно используют наши разработки добывающие предприятия: к примеру, для ЗАО АК «АЛРОСА» разработаны и введены в эксплуатацию интегрированные комплексы ИТСО шести горно-обогатительных фабрик в Якутии; оснащены нашим оборудованием объекты складирования и переработки сырья ГМК «Норильский никель».

— Среди ваших объектов немало гидротехнических сооружений, какие из них вы бы выделили как наиболее интересные для профессионального уровня компании?

— Особо выделю объекты ОАО «Русгидро»: для ГЭС Кабардино-Балкарского, Северо-Осетинского филиалов «Русгидро», а также для Саратовской, Усть-Среднеканской гидроэлектростанций мы проектируем и устанавливаем комплексы ИТСО. И задачи комплексные, и условия эксплуатации объектов особенные. Для Чебоксарской ГЭС, являющейся одной из крупнейших гидроэлектростанций нашей страны, осуществляются проектирование, поставка СЗФ и проведение пусконаладочных работ. Также хотелось бы упомянуть наше сотрудничество с Баканской ГЭС ОАО «Русгидро», где в настоящий момент завершены работы по оснащению объекта инженерно-техническими средствами охраны. Среди портовых сооружений отмечу оснащение пункта пропуска в порту Находка.

— «КОМПАНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» уже не в первый раз становится обладателем национальной отраслевой премии «За укрепление безопасности России «ЗУБР». Такой премией был отмечен антитеррористический досмотровый комплекс «ОКО», разработанный вашей компанией и позволяющий обнаруживать любые взрывчатые вещества и опасные предметы. Подробно наш журнал писал об этой уникальной разработке (см. ГИДРОТЕХНИКА, 2011, № 3, стр. 50–51 — прим. ред.). Примите наши поздравления с присуждением премии «ЗУБР» по итогам 2012 года! Какие достижения компании были отмечены на последней церемонии вручения премии?

— Действительно, премия «ЗУБР» очень значима для нас, ведь это признание наших разработок и достижений в России. В текущем году на суд экспертов в номинации «Антитеррористический досмотровый комплекс» было представлено новое изделие нашего производства — поворотный тепловизор с плавным масштабированием и дублирующим видеоканалом (BVP-VT-X640CTO2-230). Данное изделие представляет собой высокоточное поворотное устройство, оснащенное двумя камерами с трансфокаторами, одна из которых (тепловизионная) работает в дальнем инфракрасном диапазоне, вторая — в видимом диапазоне.

— А какие разработки компании, помимо названных, вы бы также отметили как достижения?

— Пожалуй, выделю видеокамеру во взрывозащищенном исполнении ВВК. Она может применяться в подземных выработках шахт и рудников, в том числе опасных по рудничному газу, горючей пыли, а также в их наземных строениях. Безусловно, значимой для нас разработкой является комплекс ИТСО «Фарватер», имеющий несколько модифика-



Торжественный вечер, посвященный 20-летию компании



Свидетельство о награждении серебряной медалью Национальной отраслевой премии «ЗУБР»



Объект «КОМПАНИИ БЕЗОПАСНОСТЬ» — Усть-Среднеканская ГЭС

ций и используемый для обеспечения промышленной безопасности, для антитеррористической и антикриминальной защиты, в целях предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на особо сложных объектах.

— Очень многие бизнес-компании, работающие на российском рынке, строят свою работу по модели «продавец», «поставщик», при этом нередко продукции зарубежного производства. Вы же выбрали сложный путь развития — производственный, и это в те годы, когда российское производство повсеместно рушилось, приходило в упадок. Более того, обеспечили свое производство собственными же разработками. Что помогло пройти этот путь и стать одним из лидирующих российских производителей систем безопасности?

— Прежде всего профессиональный взгляд на ситуацию. Специалисты с потенциалом разработчика, конструктора, изобретателя не могут оставаться лишь продавцами. У нас была и есть команда единомышленников, был профессиональный потенциал, который мы только наращивали все эти годы, сегодня наша компания состоит только из высококлассных специалистов. При этом мы не отказывались от поставок импортного оборудования, которое превосходило российское по своим возможностям, и понимали, что можем быть не только достойными конкурентами иностранным производителям, но и их партнерами. И сегодня наши надежные поставщики Bosch, Geutebrueck, Smiths Detection, United Technologies. Но мы были способны к собственным разработкам, они в свою очередь требовали реализации, спрос на системы безопасности рос, и мы поняли, что собственное про-

От имени редакции и читателей журнала «ГИДРОТЕХНИКА» поздравляем всех сотрудников «КОМПАНИИ БЕЗОПАСНОСТЬ» с ее 20-летием! Желаем новых разработок и достижений, воплощения замыслов и проектов. Пусть труд вашего профессионального, дружного, ответственного коллектива всегда будет востребован и оценен по достоинству!



изводство — это единственно правильное и экономически целесообразное решение, выгодное прежде всего заказчику. Производство повлекло за собой необходимость создания сервисных центров, иначе мы не могли гарантировать надежность эксплуатации наших комплексов. Так компания стала конструкторским, производственным, сервисным предприятием, способным гарантировать решение любой задачи обеспечения безопасности под ключ.

— Вы отмечаете, что главным фактором, обеспечившим успешное развитие компании, был и остается профессионализм сотрудников. И это в то время, когда очень многие производства, бизнес испытывают дефицит кадров. Как вам удается наращивать кадровый потенциал?

— Требования к специалистам диктует уже сама деятельность нашей компании: гарантировать безопасность объекта могут только профессионалы высшего класса. Любое проявление непрофессионализма в нашем деле — это угроза надежности и безопасности предприятий заказчиков. Поэтому подготовке кадров на протяжении всех 20 лет у нас уделяется самое пристальное внимание. Каждый специалист, приходя в компанию, получает необходимую профессиональную подготовку; работая, регулярно проходит повышение квалификации, в компании действует система аттестации кадров. В 2006 г. на факультете радиотехники и кибернетики МФТИ была открыта кафедра систем безопасности, действующая на базе нашей компании. Сегодня у нас уже работают ее выпускники.

— Владимир Владимирович, расскажите о наиболее интересных из последних работ компании.

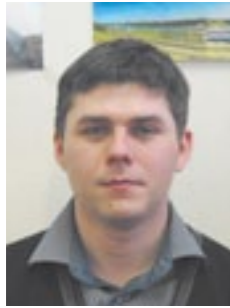
— Говоря о проектах 2012 г., очень хотелось бы отметить работы, выполняемые нами на стадионе «Хазар» в Махачкале, на котором принимает гостей футбольный клуб «Анжи». Без ложной скромности могу сказать, что этот проект содержит в себе очень интересные, передовые идеи. Другим проектом, которым мы можем гордиться, является система безопасности Рязанского нефтеперерабатывающего завода. Также выделю кинологический центр Приволжского таможенного управления в Самарской области. Реализация этого проекта показывает способность компании строить серьезные комплексы зданий со своей инфраструктурой и решать уникальные задачи, связанные со спецификой объекта.

— Владимир Владимирович, мы благодарим вас за интервью, желаем творческих и производственных успехов.

115191 Москва, Рощинская 3-я ул., 6
Телефон (495) 234 3322
Факс (495) 737 9268
office@bezopasnost.ru
www.bezopasnost.ru

Беседовала Виктория Павлова

О РАБОТАХ ВНИИГ НА БАКСАНСКОЙ ГЭС



Костыря С. А.,
руководитель проекта,
ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева»

The journal "HYDROTEHNKA" continues to publish the information about the rehabilitation of one of the oldest hydropower plants of Russia — Baksanskaya HPP that had been started in the summer 2010 after the terrorist attack on the HPP and was finished in short terms. On the 22, December, 2012 the topping-out ceremony was and it became a result of fruitful, highly professional work of power engineers, constructors and specialists of related sectors (see "HYDROTEHNKA", 2013, № 1, pp. 24–31). The professionals of the leading Russian Institute of hydraulic engineering — B. E. Vedeneev VNIIG greatly contributed to the rehabilitation of the HPP beginning works on the HPP in the first days after the terrorist attack.

Журнал «ГИДРОТЕХНИКА» продолжает публикации о реконструкции одной из старейших электростанций России — Баксанской ГЭС, которая была начата летом 2010 г. после совершенного на станции теракта и завершена в кратчайшие сроки. Торжественный пуск станции состоялся 22 декабря 2012 г. и стал результатом плодотворной, высокопрофессиональной работы энергетиков, строителей, специалистов смежных отраслей (см. ГИДРОТЕХНИКА, 2013, № 1, стр. 24–31). Значительный вклад в восстановление станции внесли специалисты ведущего российского института гидротехнического строительства — ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, начавшие работы на ГЭС в первые дни после теракта.

В августе 2010 г. специалисты ВНИИГ приступили к работе по оценке состояния сооружений Баксанской ГЭС и подготовке документации для разработки проекта комплексной реконструкции станции.

Работы по обследованию существенно осложнились из-за ужасного террористического акта, произошедшего в июле 2010 г. в машзале ГЭС. Перед всеми участниками проекта стояла на первый взгляд почти невыполнимая задача: устранить последствия теракта, восстановить машзал и запустить агрегат до конца 2010 г. Работы по обследованию, разработке проектной документации и восстановлению машзала велись практически одновременно.

Первоочередной задачей являлось обследование машзала ГЭС. Необходимо было определить наиболее пострадавшие после взрывов конструкции, оценить в них свойства бетона, определить возможность дальнейшей эксплуатации, установить ремонтпригодность или осуществить полную замену. Каждый железобетонный элемент здания машзала: колонны, ригеля, плиты и т. п. — подвергались тщатель-

но осмотру и проверке. Определялась прочность бетона и арматуры, фиксировались трещины, дефекты и повреждения, вызванные пожаром и взрывом, определялось фактическое армирование. Каждый элемент здания был оценен с точки зрения его технического состояния и возможности работы в сооружении. На основе полученных результатов обследования проектной группой выполнялись расчеты несущей способности и устойчивости отдельных конструкций и сооружения в целом.

Довольно сложным оказалось вести обработку данных испытаний материалов, отобранных из сооружений, и осуществлять оценку их свойств. История Баксанской ГЭС насчитывает как минимум четыре периода ремонта и реконструкций: первый период — строительство в 30-е гг. XX в.; второй — восстановление сооружения во время Великой Отечественной войны после разрушения от взрывов; третий период — восстановление ГЭС в послевоенные годы XX в., и четвертый — капитальный ремонт водопроводящих сооружений в 70–80-х гг. XX в. Для восстановления сооружения



Рис. 1. Сооружения Баксанской ГЭС



Рис. 2, 3. Деривационный и отводящий каналы. Обследование георадаром

применялись материалы, соответствующие своему времени. В период строительства сооружений и в послевоенные годы использовалось все, что могло быть использовано для целей строительства: так, например, переплавленный металл пушек и танков применялся для получения строительной арматуры и металлоконструкций. Полученные результаты испытаний показывали, что класс и марка арматурной стали в одной и той же железобетонной колонне могли отличаться в 2 раза. В отдельных конструкциях наблюдался столь значительный разброс прочности бетона на разных участках, что было сложно оценить прочность бетона в конструкции и сооружении. Выполняемые проектной группой расчеты показывали несоответствие сооружений требованиям современных норм безопасной эксплуатации. Полученные результаты позволили утвердительно заявить о необходимости замены почти всех несущих элементов. Класс бетона в конструкциях не превышал В15, а прочность арматурной стали составляла 150–200 МПа, при этом по химическому составу сталь так и не удалось однозначно идентифицировать в соответствии с требованиями современных норм. Однако следует отметить, что на большинстве конструкций процессы коррозии арматуры не наблюдались.

Параллельно с работами в машзале проводились обследования сооружений для разработки проекта комплексной реконструкции на головном узле, деривационном канале и напорном узле по четырем направлениям: грунтовые сооружения, включая основания под основными сооружениями, гидравлические исследования и расчеты, обследования бетонных и металлических конструкций и сооружений.

С помощью современного георадиолокационного комплекса «СШП зондирования» были установлены серьезные пустоты под облицовкой деривационного и отводящего каналов (рис. 2, 3). С точностью до нескольких сантиметров были установлены размер и форма заглубленной части анкерных и промежуточных опор напорного водовода, проектная документация на которые отсутствовала. В массивных монолитных бетонных опорах были выявлены пустоты бетонной кладки на глубине более 5 м.

Во всех железобетонных узлах и конструкциях машзала Баксанской ГЭС были установлены фактическое армирование, шаг, профиль и марка арматуры и бетона (рис. 4). Для выполнения работ задействовались современные отечественные и зарубежные приборы магнитной дефектоскопии. Однако для большей уверенности и достоверности показаний приборов проводились периодические вскрытия конструкций на отдельных участках.

В результате оперативной работы за период с августа 2010 г. по февраль 2011 г.:

- было обследовано более 15 сооружений и строений;
- отобрано порядка 200 образцов-кернов бетона;
- отобрано и проанализировано более 15 образцов строительной арматуры;
- отобрано и исследовано порядка 200 кг металлоконструкций;
- оценена прочность бетона неразрушающими методами более чем в 500 конструкциях;
- георадаром исследовано более 1000 точек в основаниях сооружений;
- построены компьютерные модели и исследованы гидравлические режимы холостого водосброса и деривационного и отводящего каналов;
- изучены свойства металла, определен остаточный ресурс и зафиксированы дефекты на каждом сантиметре металлических конструкций напорных водоводов;
- по итогам комплексного обследования составлено 25 технических отчетов.

Совместная оперативная работа специалистов ВНИИГ, проектного института и строительных организаций, что называется «плечом к плечу», показала эффективные результаты: на первый взгляд почти невыполнимая задача восстановления взорванного машзала была реализована уже в канун нового 2011 г. В течение последующих 2 лет Баксанская ГЭС была полностью реконструирована. В период строительных работ специалисты ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева также принимали активное участие, выполняя работу по научно-техническому сопровождению строительства, решая сложные технические задачи, возникающие на строительной площадке.



Рис. 4, 5, 6. Определение прочности строительных материалов. Моменты выполнения работ

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ приводы плотин и шлюзов



Крупные гидроцилиндры на 250 Бар, Ø 50-500 мм, ход до 1,2 м



До 7 метров
до 2000 кН



Ход до 1,2 м



Крупные электроцилиндры



электромеханический привод
пропорционального клапана



Группа компаний «Прогрессивные Технологии»
Россия, Москва, 109428, ул. Стахановская дом 20
Тел/факс: (495)741-60-85; info@p-techno.ru
www.p-techno.ru; электроцилиндры.рф

2.

19-56

МОРСКИЕ, РЕЧНЫЕ ГТС

DRAGFLOW

DREDGING • MINING • INDUSTRY

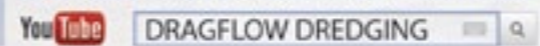
ПОГРУЖНЫЕ НАСОСЫ, МОБИЛЬНЫЕ ЗЕМСНАРЯДЫ

Фирма DRAGFLOW S.R.L. (Италия) — один из ведущих производителей погружных грунтовых насосов с электрическим и гидравлическим приводом и мобильных земснарядов, специально спроектированных для работы с вязкими грунтами с высоким содержанием твердых частиц. DRAGFLOW S.R.L. за более чем 25-летний срок своего существования приобрела значительный опыт по всему миру в поставке дноуглубительного оборудования для различных отраслей, таких как портовая и морская отрасли, энергетическая промышленность, добывающая и обрабатывающая промышленность.

Погружные износостойкие насосы DRAGFLOW с рыхлителями и агитатором предназначены для перекачки бентонита, вязких, абразивных и водогрунтовых сред имеют следующий диапазон характеристик:

- производительность 30–1200 м³/час;
- напор до 62 м;
- мощность 2,2–220 кВт;
- масса 145–4350 кг;
- максимальное содержание твердых частиц по весу до 70%;
- максимальный размер твердых частиц до 120 мм;
- температура до 80 град С;
- уровень кислотности до 9,5 рН;
- для работы на больших глубинах до 250 м с применением компенсатора давления;
- во взрывобезопасном исполнении.

Смотрите работу насосов и земснарядов DRAGFLOW на видео в интернете:



PUMPING THE IMPOSSIBLE



НАСОСЫ DRAGFLOW КАЧАЮТ ТАМ, ГДЕ ДРУГИЕ НЕ МОГУТ!!!

Официальный дистрибьютор в России, странах СНГ и Балтии
DRAGFLOW RUSSIA
тел. +7 812 642 55 30
тел. +7 812 642 55 40
dragflow.russia@gmail.com
www.dragflow.ru

DRAGFLOW S.R.L.
Via Pasubio, 40
37069 Villafranca (VR) Italy
Tel. +39 045 6304521
Fax. +39 045 6335758
info@dragflow.it
www.dragflow.it

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЕРТИКАЛЬНЫХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ВОЛНОВЫХ НАГРУЗОК НА ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МОРСКИХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ



Лещенко С. В.,
аспирант кафедры городского строительства, Сочинский государственный университет



Макаров К. Н.,
доктор техн. наук, проф., зав. кафедрой городского строительства, Сочинский государственный университет

This article describes the calculating method of vertical hydrodynamic wave loads on horizontal parts of sea hydraulics. The application of the method for port and coast-protecting structures is considered.

Морские гидротехнические сооружения специалисты разделяют на следующие основные виды [1]:

1. Портовые сооружения.
2. Берегоукрепительные сооружения.
3. Сооружения для добычи полезных ископаемых.
4. Искусственные территории различного назначения (искусственные острова, намывные территории и т. п.).
5. Водозаборы промышленного водоснабжения и водовыпуски с очистных сооружений.
6. Маяки и знаки навигационной обстановки.

В данной работе рассматриваются портовые и берегоукрепительные сооружения, имеющие сквозную конструкцию с перекрытиями в виде ростверков с горизонтальными плитами, — это сквозные оградительные сооружения, причалы в виде свайного ростверка, свайные пирсы, сквозные откосно-ступенчатые и свайные берегозащитные стены.

В нормативных документах России и других стран отсутствуют указания по расчету вертикальных гидродинамических волновых нагрузок на горизонтальные плиты перекрытий сквозных сооружений, а также ступени откосно-ступенчатых сквозных конструкций. В существующих нормативах регламентируется условие отсутствия волнового воздействия снизу на такие элементы сооружений. Для этого отметки низа сооружений предписывается назначать выше отметки вершины волны 1% (в последних документах 0,1%) обеспеченности в системе расчетного шторма [2–4]. Это в ряде случаев приводит к назначению неоправданно завышенных отметок верха, например, сквозных причалов или подходов эстакад. Так, для причалов по перевалке сжиженного газа в Терiberской губе Баренцева моря расчетные отметки низа причалов составили +6,30 м БС [5].

На причалах на свайном ростверке с подпричальным откосом, для того чтобы «не пропустить» волну под причал, иногда применяют вертикальные защитные плиты. Это приводит к ухудшению волнового режима на акваториях причалов в результате отражения волн от этих плит.

Таким образом, разработка математической модели и расчетной методики для определения вертикальных гидродинамических нагрузок на горизонтальные элементы морских гидротехнических сооружений представляется актуальной.

Вертикальные гидродинамические волновые воздействия на плиты перекрытий эстакад, набережных, сквозных причалов и причалов с проницаемыми волногасителями могут быть разделены на два расчетных случая:

1. На горизонтальный элемент сооружения воздействует гребень бегущей (прогрессивной) волны без ее отражения от береговой границы, **рис. 1** (эстакады и сквозные пирсы).

2. На горизонтальный элемент сооружения воздействует гребень прогрессивно-стоячей волны после полного или частичного отражения исходной волны от береговой границы, **рис. 2** (береговые причалы со свайным ростверком, берегозащитные проницаемые сооружения с плитами перекрытий, набережные и т. п.).

В первом расчетном случае предполагается, что отражения от передней грани сооружения нет. То есть сваи эстакад и других сооружений имеют сквозность (отношение площади отверстий к общей площади стены) более 0,6.

Во 2 случае прежде, чем рассчитывать вертикальную гидродинамическую нагрузку на плиту, надо в общем случае, рассчитать прохождение волны через переднюю сквозную стену, имеющую коэффициенты отражения $K_{отр}$, прохожде-

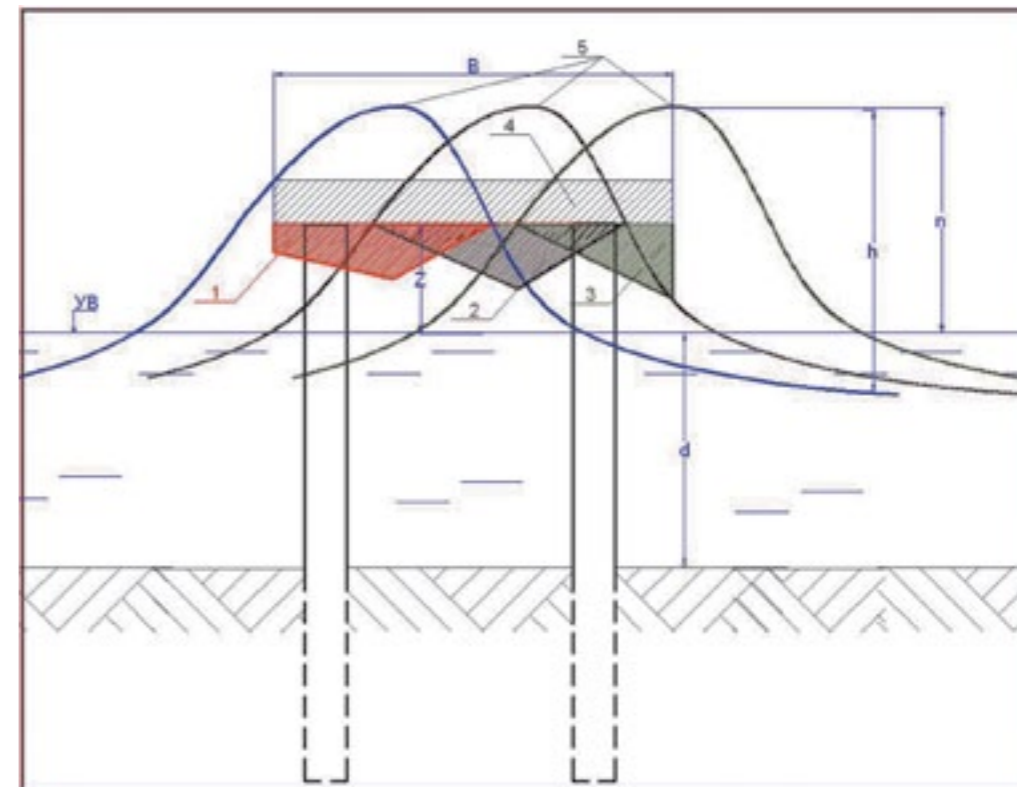


Рис. 1. Взаимодействие прогрессивной волны с эстакадой:

1, 2, 3 — эпюры гидродинамической волновой нагрузки при проходе передней, средней и задней частей гребня волны; 4 — плита перекрытия шириной B; 5 — последовательное положение профиля волны высотой h с возвышением гребня над расчетным уровнем UB на высоту n на глубине d; Z — высота низа плиты перекрытия над расчетным уровнем моря

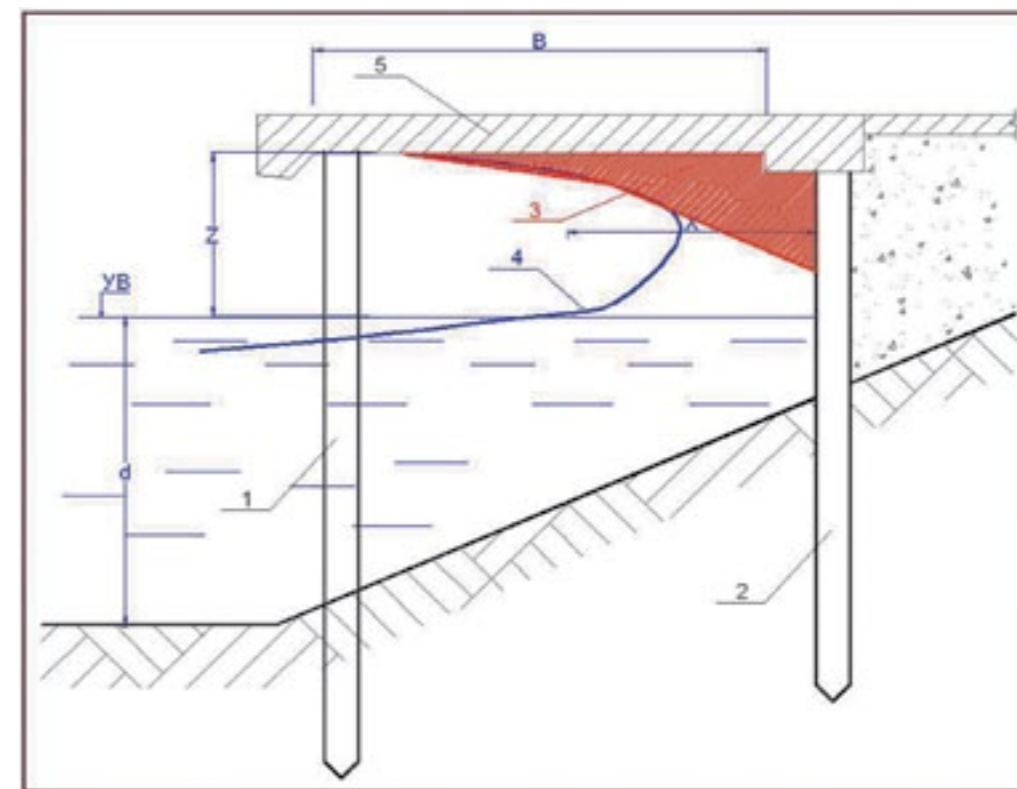


Рис. 2. Взаимодействие прогрессивно-стоячей волны с набережной на свайном основании:

1 — передний ряд свай со сквозностью l; 2 — задний ряд свай в виде сплошной стены; 3 — эпюра гидродинамической волновой нагрузки при воздействии гребня волны; 4 — свободная поверхность воды; 5 — плита перекрытия шириной B; UB — положение спокойного уровня воды; d — глубина перед сооружением; Z — высота низа плиты перекрытия над расчетным уровнем моря; X — расстояние от середины плиты перекрытия до береговой границы

ния $K_{пр}$, и волногашения $K_{вр}$. Кроме того, тыловая стена сооружения может иметь коэффициент отражения $K_{отр.б}$ менее 1 (к примеру, если это волногасящая наброска).

Аналогичная задача возникает и в том случае, когда под плитой перекрытия имеется волногасящая наброска, например, из камня или фигурных блоков. Вопросы определения указанных коэффициентов для проницаемых сооружений различных конструкций освещены в ряде работ [6–8].

В соответствии с постановкой задачи (рис. 1, 2) на нижнюю часть плиты перекрытия воздействует гребень волны, в котором частицы имеют вертикальные скорости. Тогда гидродинамическое воздействие на плиту представляется аналогичным удару водяной струи в сплошную поверхность, в общем случае криволинейную, **рис. 3**.

Согласно [9], струя оказывает динамическое воздействие на преграду, находящуюся на ее пути. Рассмотрим воздействие струи на неподвижную твердую преграду [9]. Пусть на криволинейную преграду набегают плоская струя (рис. 3) шириной b , имеющая скорость v_0 . На преграде струя делится на две струи, которые текут вдоль преграды со скоростями v_1 и v_2 , их векторы образуют с направлением исходной струи NN углы α_1 и α_2 .

Применим теорему об изменении количества движения для массы жидкости в отсеке 0–0, 1–1 и 2–2. При этом будем считать, что коэффициент количества движения $\alpha' = 1$, влиянием трения и пульсационных скоростей также пренебрегаем. Тогда:

$$R \cos \beta = m_1 v_1 \cos \alpha_1 + m_2 v_2 \cos \alpha_2 - m_0 v_0 \quad (1)$$

где m_1, m_2, m_0 — масса; R — сила воздействия преграды на струю, направленная под углом β к ее оси.

При ударе струи о плоскую поверхность, перпендикулярную к ее оси,

$$\begin{aligned} \cos \alpha_1 = \cos \alpha_2 = 0; \cos \beta = -1, \text{ тогда} \\ R = m_0 v_0 = \rho \omega y_0^2, \quad (2) \end{aligned}$$

где ωy_0 — живое сечение струи в сечении 0–0.

Сила воздействия струи на преграду P равна R по значению и противоположна по направлению. При этом в связи с искривлением линий тока

$$P = (0,92 \dots 0,95) \rho \omega y_0^2. \quad (3)$$

Таким образом, для определения линейной нагрузки (на единицу длины) от удара гребня волны в плиту перекрытия P_r необходимо найти ширину части гребня, воздействующей на плиту l_r и вертикальную скорость в этой части гребня волны w_r . Тогда согласно формуле (3):

$$P_r = \rho l_r w_r^2. \quad (4)$$

Для определения величины l_r в зависимости от возвышения гребня расчетной прогрессивной (бегущей) волны над расчетным уровнем моря η_r и высоты низа плиты перекрытия от этого уровня Z воспользуемся известным критерием максимальной крутизны морской волны: $h/\lambda = 0,142$, где h — высота волны, λ — длина волны. Как известно, Стоксом было доказано, что свободная поверхность в вершине волны с предельной крутизной образует угол в 120° [3, 10]. Тогда из простых геометрических построений можно получить:

$$l_r = 3,46(\eta_r - Z). \quad (5)$$

Возвышение гребня трансформированной несинусоидальной волны над расчетным уровнем η_r является важным параметром для проектирования гидротехнических сооружений. Эту характеристику обычно выражают в виде отношения η_r/h , которое возрастает с уменьшением относительной глубины водоема.

В зоне малых глубин $d/\lambda_d \leq 0,01$ (d — расчетная глубина) для расчетов принимается теория одиночных волн, согласно которой [3]:

$$\eta_r/h \approx 1. \quad (6)$$

В зоне глубин $0,01 < d/\lambda_d \leq 0,1$ применяются формулы теории Манка:

$$\eta_r/h = 2,28 - 1,28 d/d_{cr}. \quad (7)$$

$$d/d_{cr} = 1 + 0,61(d_{cr}/\lambda_d)^{0,5}. \quad (8)$$

В зоне больших относительных глубин $d/\lambda_d > 0,5$ справедлива теория Стокса в третьем приближении, согласно которой:

$$\eta_r/h = 0,676. \quad (9)$$

Для определения вертикальной скорости частиц в гребне бегущей волны w_r можно воспользоваться известными соотношениями линейной теории волн [10]. Согласно этой теории вертикальная W скорость определяется следующими соотношениями:

- глубокая вода

$$W = \frac{\pi h}{T} e^{kz} \cos(\omega t - kx), \quad (10)$$

где h — высота волны, $k = 2\pi/L$ — волновое число, z — в данном случае глубина от расчетного уровня, $\omega = 2\pi/T$ — круговая частота, t — время, x — расстояние, L — длина волны, T — период волны.

- промежуточная глубина

$$W = \frac{h}{2} \omega \frac{shk(d+z)}{shkd} \cos(\omega t - kx). \quad (11)$$

Если в этих формулах принять $\cos(\omega t - kx) = 1$, то максимальная вертикальная скорость в гребне волны:

$$w_r = (\pi h/T)(shk(d+z)/shkd). \quad (12)$$

Таким образом, для первого расчетного случая (схема на рис. 1) расчет вертикальной гидродинамической нагрузки от гребня бегущей волны на горизонтальный элемент сооружения может быть выполнен по формуле (4). При этом ширина части гребня волны, воздействующая на элемент сооружения (плиту перекрытия), определяется по формуле (5), а вертикальная скорость w_r — по формуле (12).

Если ширина горизонтального элемента $B < l_r$, то расчетная величина нагрузки должна быть скорректирована путем умножения на редуцирующий (понижающий) коэффициент

$$K_{ред} = 1 - (l_r - B)/l_r. \quad (13)$$

Анализ указанных формул показывает, что вертикальная волновая гидродинамическая нагрузка на горизонтальную плиту перекрытия зависит при прочих равных условиях от ширины плиты и возвышения ее низа над расчетным уровнем моря.

Примеры расчетов по приведенной модели указаны в **табл. 1**.

В табл. 1 N — сила, действующая на всю плиту.

На **рис. 4 и 5** показаны графики зависимости вертикальной волновой нагрузки от бегущей волны от ширины плиты перекрытия и ее возвышения относительно уровня моря.

Для второго расчетного случая необходимо рассмотреть воздействие на горизонтальный элемент сооружения гребня стоячей (или прогрессивно-стоячей) волны.

Как известно [3, 10], стоячую волну можно рассматривать как линейную суперпозицию двух прогрессивных волн с одинаковой амплитудой и одинаковым периодом, но движущихся в противоположных направлениях. Уравнение стоячей

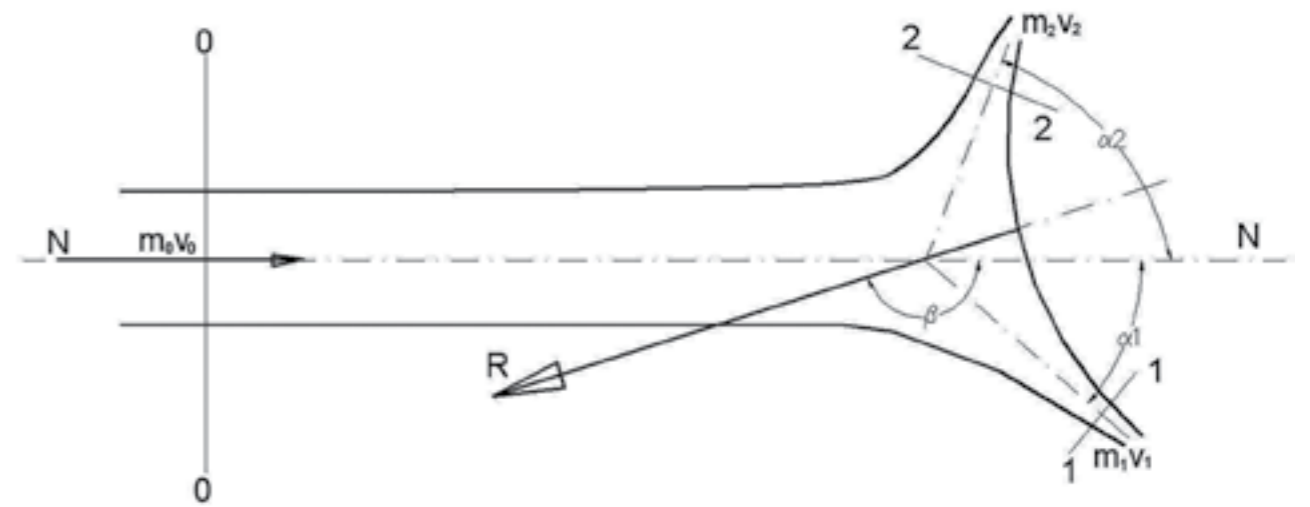


Рис. 3. Схема удара водяной струи о сплошную поверхность (в общем случае — криволинейную)

Расчет вертикальной гидродинамической нагрузки на горизонтальную плиту от бегущей волны

Исходные данные								
ρ , кг/куб. м	h , м	d , м	d_{cr} , м	T , с	z , м	λ_d , м	$B_{пл}$, м	$L_{пл}$, м
1010,0	4,0	10,0	5,0	8,0	2,0	80,0	2,5	5,0
1010,0	5,0	12,0	6,0	8,5	2,5	90,0	3,0	5,0
1010,0	6,0	15,0	7,0	9,0	3,0	95,0	3,5	5,0
1010,0	7,0	16,0	8,0	9,5	3,5	100,0	4,0	5,0

Результаты расчета					
η_r , м	l_r , м	$K_{ред}$	w_r	P_r , кН/м	N , кН
2,7	2,4	1,0	1,6	5,7	28,5
3,4	3,0	1,0	1,8	9,7	48,6
4,1	3,7	1,0	2,1	14,6	72,9
4,7	4,3	0,9	2,3	20,3	101,7

Табл. 1. Примеры расчетов вертикальной волновой нагрузки от бегущей волны на плиту перекрытия эстакады

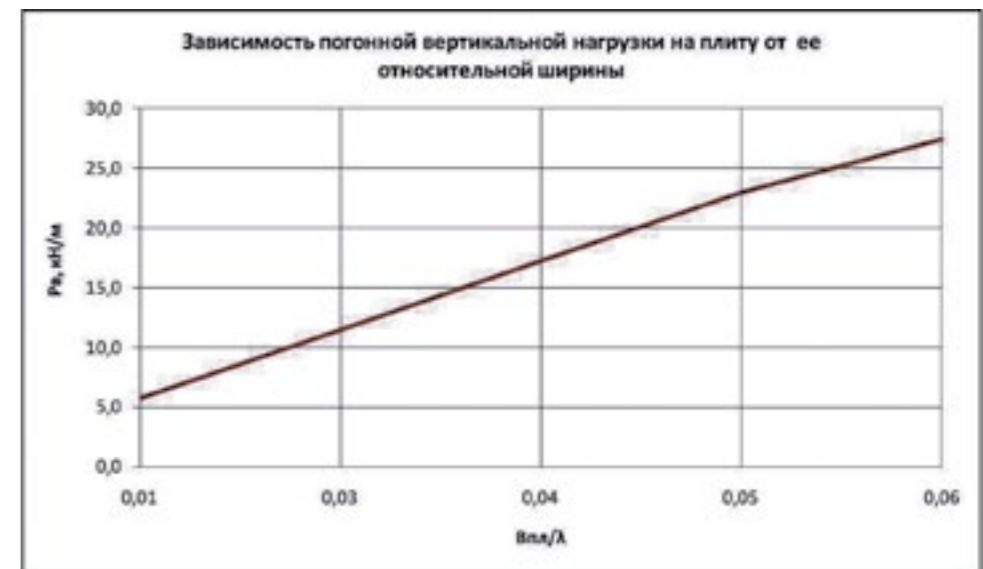


Рис. 4. Зависимость погонной вертикальной гидродинамической волновой нагрузки от бегущей волны на плиту перекрытия эстакады от ее относительной ширины

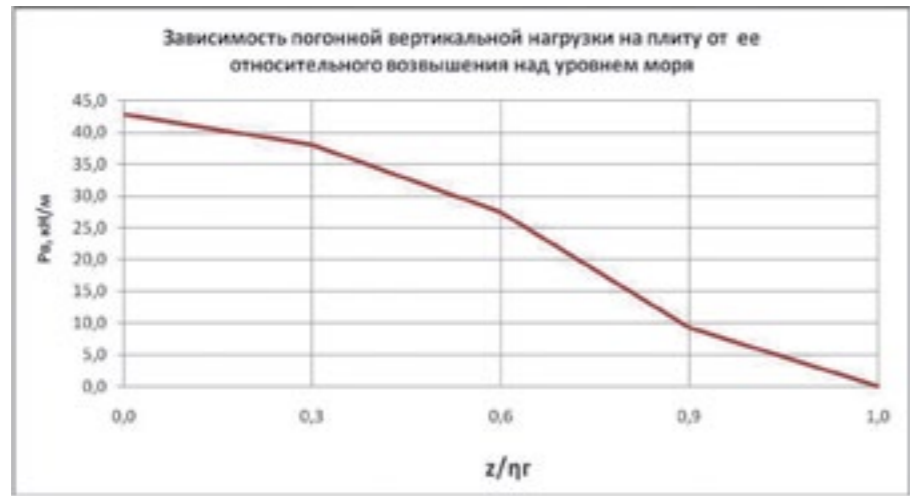


Рис. 5. Зависимость погонной вертикальной волновой гидродинамической нагрузки от бегущей волны на плиту перекрытия эстакады от ее относительного возвышения над расчетным уровнем моря

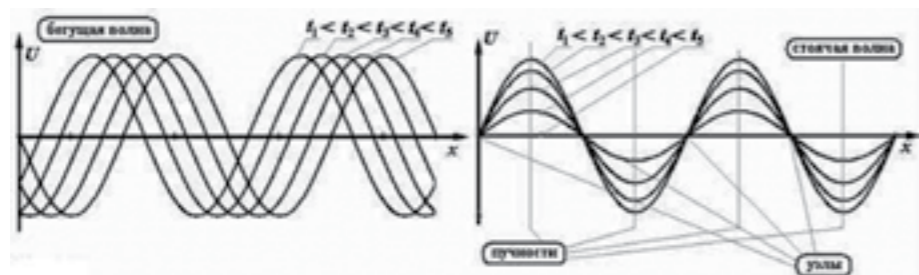


Рис. 6. Сопоставление бегущей и стоячей волн

волны представляет собой произведение двух независимых функций от времени и расстояния $F = F_1(x) F_2(t)$.

В приведенном выражении пространственная и временная зависимости «разделились», т. е. волна в обычном понимании — как «нечто, распространяющееся в пространстве» — исчезла. Колебания среды, при которых все точки колеблются в одной фазе, но с разными амплитудами, называются стоячими волнами.

Различие между бегущими и стоячими волнами показано на рис. 6.

В стоячей волне существуют точки, амплитуда колебаний которых равна нулю, они называются узлами волны. Точки, амплитуда колебаний которых максимальна, называются пучностями волн. Иногда расстояние между двумя соседними узлами (или соседними пучностями) называют длиной стоячей волны. При таком определении длина стоячей волны оказывается в 2 раза меньше длины исходной бегущей волны.

В реальных условиях стоячие волны образуются при отражении бегущих морских волн от препятствий, например, от береговых стен сквозных сооружений (рис. 2). При этом если коэффициент отражения равен 1, то образуется «классическая» стоячая волна, в которой амплитуда колебаний и, следовательно, высота волны в 2 раза больше, чем у исходной бегущей волны. Поскольку длина стоячей волны в 2 раза меньше, чем исходной бегущей, а высота в 2 раз больше, крутизна стоячей волны оказывается в 4 раза большей, чем у бегущей волны.

Кроме того, стоячие волны приобретают практически симметричную форму [10]. При ударе о береговую грани-

цу сооружения бегущая волна превращается в стоячую. При этом ударная струя представляет собой половину гребня полной стоячей волны. Тогда для определения величины I_r в стоячей волне, ударяющей в тыловую стену и горизонтальный элемент сооружения, воспользуемся соотношением:

$$I_r = \lambda_{ст} (0,5h_{ст} - Z) / (2h_{ст}), \quad (14)$$

где $h_{ст}$, $\lambda_{ст}$ — высота и длина стоячей волны; Z — расстояние от низа горизонтального элемента сооружения до расчетного уровня моря.

Максимальная вертикальная скорость в гребне стоячей волны [10]:

$$w_r = (\omega h_{ст} / T) (shk(d+z) / shkd), \quad (15)$$

где в общем случае

$$h_{ст} = h K_{пр} (1 + K_{отр.б}), \quad (16)$$

$K_{пр}$ — коэффициент прохождения волны через переднюю грань сооружения, $K_{отр.б}$ — коэффициент отражения от береговой границы, h — высота исходной бегущей волны, z — глубина от расчетного уровня.

Таким образом, прежде чем определять вертикальную нагрузку на горизонтальный элемент сооружения, необходимо рассчитать коэффициент прохождения волн через волногаситель $K_{пр}$ и задать коэффициент отражения от береговой границы $K_{отр.б}$. Аналогичная задача возникает и в том случае, когда под плитой перекрытия имеется волногасящая наброска, например, из камня или фигурных блоков.

Расчетная нагрузка от прогрессивно-стоячей волны определяется по формуле (4) с корректировкой по формуле (13).

Примеры расчета вертикальной гидродинамической волновой нагрузки на сооружение с тыловой границей приведены в табл. 2.

Расчет вертикальной гидродинамической нагрузки на горизонтальную плиту от стоячей волны

Исходные данные									
ρ , кг/куб. м	h , м	d , м	T , с	z , м	$K_{пр}$	$K_{отр.б}$	λ , м	$B_{пл}$, м	$L_{пл}$, м
1010,0	4,0	10,0	8,0	2,0	1,0	1,0	80,0	2,5	5,0
1010,0	5,0	12,0	8,5	2,5	0,9	0,9	90,0	3,0	5,0
1010,0	6,0	15,0	9,0	3,0	0,8	0,8	95,0	3,5	5,0
1010,0	7,0	16,0	9,5	3,5	0,7	0,7	100,0	4,0	5,0

Результаты расчета						
$h_{ст}$, м	$\lambda_{ст}$, м	I_r , м	$K_{ред}$	$wг$	P_r , кН/м	N , кН
8,0	40,0	5,0	0,5	3,1	23,4	117,1
8,6	45,0	4,7	0,6	3,2	28,4	142,2
8,6	47,5	3,6	1,0	3,0	30,2	151,1
8,3	50,0	2,0	1,0	2,8	14,4	71,9

Табл. 2. Примеры расчетов вертикальной волновой нагрузки от стоячей волны на плиту перекрытия причала

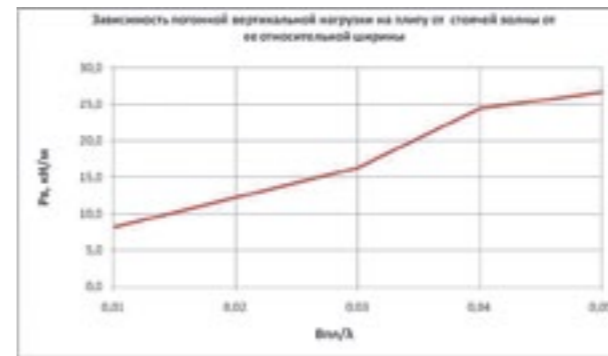


Рис. 7. Зависимость погонной вертикальной волновой нагрузки от стоячей волны на плиту перекрытия набережной от ее относительной ширины

На рис. 7, 8 показаны графики зависимости вертикальной волновой нагрузки от стоячей волны от ширины плиты перекрытия и ее возвышения относительно уровня моря.

Таким образом, разработаны математические модели и расчетные методы для моделирования взаимодействия бегущих и стоячих волн с горизонтальными элементами морских гидротехнических сооружений. В результате моделирования определяются вертикальные гидродинамические нагрузки на элементы сооружений, что позволяет более обоснованно назначать их высотные отметки и проектировать конструкции соединений опор и перекрытий.

Работа выполнена в рамках государственной НИР № 7.3694.2011 Сочинского государственного университета.

Литература

- Смирнов Г. Н. и др. Порты и портовые сооружения. Учеб. для вузов. М.: Стройиздат, 1993.
- СНиП 2.06.04-82*. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов) Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1995.
- Лаппо Д. Д., Стрекалов С. С., Завьялов В. К. Нагрузки и воздействия ветровых волн на гидротехнические сооружения. М., 1990.

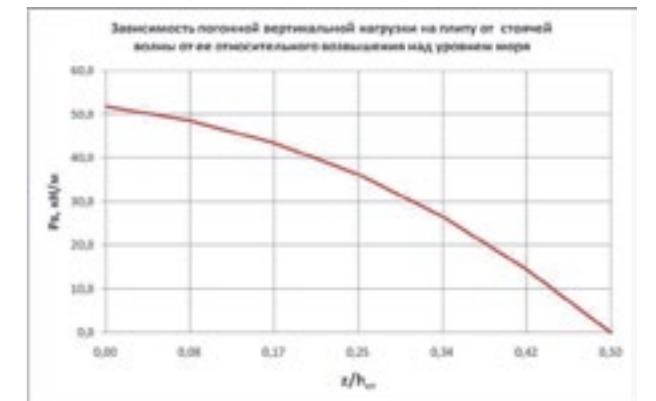


Рис. 8. Зависимость погонной вертикальной волновой нагрузки от стоячей волны на плиту перекрытия набережной от ее относительного возвышения над уровнем моря

4. Р 31.3.07-01. Указания по расчету нагрузок и воздействий от волн, судов и льда на морские гидротехнические сооружения. М.: Минтрансстрой РФ, 2001.

5. Макаров К. Н., Макарова И. Л. Математическое моделирование гидродинамических характеристик в Териберской губе Баренцева моря. — Актуальные задачи математического моделирования и информационных технологий: материалы VI Всероссийской открытой научно-практической конференции, г. Сочи 22–27 мая 2010 г. С. 94–95.

6. Мищенко С. М. Гидравлика сооружений с улучшенными волногасящими свойствами. Известия ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, т. 20. СПб., 1997.

7. Макаров К. Н., Пузанков В. И., Абакумов О. Л. Расчет проникаемых волногасителей в рамках линейной теории мелкой воды. Динамика и термика рек, водохранилищ, внутренних и окраинных морей: труды VI конф. М.: ИВП РАН, 2004. С. 240–243.

8. Шахин В. М. Взаимодействие длинных волн с проникаемыми сооружениями // Транспортное строительство. 1990. № 1. С. 27–28.

9. Чугаев Р. Р. Гидравлика: Учебник для вузов. 4-е изд., доп. и перераб. Л.: Энергоатомиздат, 1982.

10. Ле Меоте Б. Введение в гидродинамику и теорию волн на воде. Л.: Гидрометеиздат, 1974.

Информационно-проектная служба
«Гидротехпроект»

Проектирование, обследование, декларирование
гидротехнических сооружений

Разработка проектной документации гидротехнических
сооружений на внутренних водных путях


Комплексное инженерное обследование ГТС

Разработка критериев безопасности СГТС

Разработка и экспертиза деклараций безопасности СГТС

Расчёт вероятного вреда при аварии на СГТС

Освидетельствование и паспортизация
портовых гидротехнических сооружений



Водосбросы
плотины
дамбы

шлюзы
причалы
набережные

Контакты: Тел. (495) 640-64-29 факс: (495) 640-64-29 E-mail: ips.gtp@gmail.com

ПОДВОДНАЯ ДОБЫЧА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ СО ДНА МОРЕЙ



Шгин С. М.,
канд. техн. наук,
руководитель научно-
технического центра
ЗАО «Завод гидромеханизации»

The problem of extraction of minerals from the seabed and the need for special technical means for the realization of this production. The creation of cost-effective, advanced production technologies to meet environmental requirements, is an important task.

Keywords: shelf, placers, structure, material composition, geological conditions, forecasts, condition, dredger, concentrator, mining equipment.

Континентальный шельф России — это наше национальное богатство, и его масштабное освоение имеет стратегическое значение. Россия обладает самым крупным в мире континентальным шельфом, его площадь 6,3 млн кв. км.

Растущий спрос мирового рынка на стратегическое дефицитное сырье, уменьшение запасов этого сырья на континенте говорят о том, что дальнейшее развитие России будет сопровождаться более интенсивным вторжением в водную среду прибрежных морей. Наряду с активным освоением месторождений нефти и газа, будет развиваться разработка месторождений и других полезных ископаемых: алмазов, железа, золота, угля, марганца, меди, никеля, олова, платины, свинца, строительных материалов, титана, циркония, цинка, янтара и др.

Наиболее значительным минерально-сырьевым потенциалом характеризуются арктические шельфовые зоны, где сосредоточены основные ресурсы россыпного олова и золота, а также масштабные скопления металлических (марганец, полиметаллы, золото) и неметаллических (флюорит) полезных ископаемых. Характерно наличие крупных и уникальных россыпных и коренных объектов. В сочетании с высоким нефтегазоносным потенциалом это позволяет относить шельфы российской Арктики по масштабам ресурсов и разнообразию видов минерального сырья к числу ведущих регионов России и мира.

Что касается темпов российского выхода на шельф — это вопрос не отдаленного будущего, а ближайшей перспективы.

Но российский шельф, особенно арктический, — это не только колоссальные месторождения различных полезных ископаемых, но и колоссальные сложности по их освоению, и к этому необходимо готовиться.

На пути освоения российского шельфа необходимо решить целый ряд проблем — как законодательного, так и научного, и технического характера.

Помимо делимитации морских пространств, проблема освоения шельфовых районов состоит в том, что технических средств (судов, оборудования, приборов) для освоения шельфа катастрофически не хватает. Более того, многое из необходимого судового оборудования в России просто не производится, нет соответствующих технологий. Необходимо дальнейшее изучение геологического строения и развитие инфраструктуры.

Освоение шельфа следует отнести к высокотехнологичному сектору, т. к. этот процесс потребует от науки и про-

мышленности разработки и производства большого количества сложных технических средств: от судов и буровых платформ до аппаратуры и приборов геофизического, навигационного и прочего назначения. А это значит, что России необходимо преодолеть техническую и технологическую отсталость и заняться в первую очередь восстановлением научно-исследовательского и технического флота для того, чтобы в дальнейшем производить разведку и эксплуатировать континентальный шельф.

На сегодняшний день уже в целом ряде стран производится подводная добыча полезных ископаемых гидравлическим способом на основе использования землесосных снарядов, с высоким экономическим эффектом, когда себестоимость полученных концентратов в 4–6 раз ниже, чем при отработке обычных россыпей, расположенных на суше. Это позволяет экономично обрабатывать пески, содержащие лишь 0,5% тяжелых минералов, в то время как для материковых россыпей кондиции не снижаются ниже 2%.

По данным американских компаний, ведущих гидравлическую добычу на шельфе, стоимость получения олова из морских россыпей на 45% ниже, чем при получении тех же минералов на суше.

Высокие технико-экономические показатели в условиях шельфа достигаются за счет важных преимуществ гидравлической технологии. Во многих случаях не требуется проведение вскрышных работ; объемы капитальных траншей резко сокращаются или вообще не требуется их проведение; нет необходимости в строительстве отвалов и хвостохранилищ; подготовительные работы в пределах контуров месторождений производятся в небольших объемах; не требуется строительство подъездных путей; при разработке месторождений морскими землесосными снарядами можно приступить к добыче полезных ископаемых без специальных дорогостоящих работ, а энерговооруженность земснарядов позволяет вести разработку вне зависимости от наличия линий электро-снабжения и источников питания. Таким образом, освоение подводных месторождений полезных ископаемых может достигаться в кратчайшие сроки и при значительно меньших удельных капиталовложениях, чем при строительстве горных предприятий в обычных условиях, на суше.

В 1960–1980 гг. прошлого столетия в России были начаты активные работы по освоению шельфов Балтийского, Черного и Северных морей. За основу добычного оборудования принимались землесосные снаряды и драги, предназна-



Рис. 1. Побережье арктических морей

ченные для работы в условиях береговых акваторий (озера, реки, открытые карьеры). Обогащительные установки носили опытный характер и корректировались по ходу работ разведочно-эксплуатационных партий.

Проведение этих работ позволило выполнить обоснование целого ряда технологических схем выполнения вскрышных и добычных работ, а также целесообразности использования тех или иных видов землесосных снарядов, имеющихся на вооружении технического флота. При этом анализировались варианты размещения обогащительных установок на борту добычного агрегата, на отдельной шаланде и с размещением установок вне района добычи. Прошли апробирование технико-экономические обоснования кондиций для оконтуривания запасов целого ряда россыпных месторождений. Изучались вопросы изменения природного режима и предотвращения загрязнения окружающей среды при производстве дноуглубительных работ и формировании отвалов грунта.

Приступили к разработке методических рекомендаций по сбору, систематизации и анализу материалов, необходимых для учета рыбохозяйственных характеристик акваторий, при проектировании дноуглубительных и добычных работ. Разработаны указания по технологии отвалообразования и утилизации извлекаемого грунта в соответствии с требованиями охраны окружающей среды. Сформированы требования для обеспечения благоприятных условий фракционирования грунта при образовании различных намывных профилей, специальные мероприятия, способствующие интенсификации процесса обезвоживания и уплотнения намывного слоя. Определены критерии по контролю качества выполняемых работ.

При опытно-разведочной добыче ильменито-рутило-цирконевых песков (в условиях Балтийского моря) были решены следующие задачи:

- установлены оптимальные режимы всасывания титано-содержащих песков, а также параметры подводных выработок и направление перемещения фронта работ, обеспечивающих эффективную выемку без разубоживания песков в условиях морских волнений;
- установлены рациональные условия (волнение моря, сила ветра) применения землесосных снарядов рефулерного типа;
- выявлены значения коэффициента намыва песков при разведке россыпи в условиях мощных донных потоков наносов;



Рис. 2. Землесосный снаряд «Гидромех 4000 Dm»

- проведены наблюдения по заносимости подводных выработок с разработанной рекомендацией по организации отвалов;
- определены приоритетные направления перемещения фронта работ с учетом наиболее опасных направлений ветров;
- коэффициент использования календарного годового времени добычного оборудования для условий Балтики составил 0,7–0,75.

Наиболее активно на шельфе РФ сегодня развивается добыча нерудных строительных материалов (НСМ). Связано это с реализацией целого ряда государственных программ: «Доступное и комфортное жилье — гражданам России», «Строительство дорог в Российской Федерации» и других программ, предусмотренных актами Правительства РФ.

Ленинградская область лидирует в объемах производства НСМ с 37% удельным весом всей добычи, при этом наибольшие запасы приходится на месторождения, расположенные в акватории Финского залива.

Первый опыт использования отечественных землесосных снарядов на морских дноуглубительных работах с одновременным созданием намывных территорий накоплен в 60–70-х гг. XX в., когда производились работы по расширению и углублению Ленинградского морского канала — главного



Рис. 3. Землесосный снаряд проекта 350-50Л

фарватера, ведущего из Балтийского моря в морской порт г. Ленинграда.

Извлеченные землесосными снарядами песчаные грунты использовались для создания намывных территорий на заболоченных прибрежных участках г. Ленинграда. Гидравлическим способом было разработано и уложено на намывных территориях порядка 80 млн кубометров грунтов. Работы выполнялись с помощью земснарядов марки 300-40. Опыт, полученный при выполнении работ в условиях Финского залива, выявил необходимость усовершенствования землесосного снаряда 300-40. С этой задачей успешно справился существовавший тогда в системе Всесоюзного треста «Гидромеханизация» Минэнерго СССР Рыбинский завод гидромеханизации.

В 1964 г. был изготовлен первый землесосный снаряд проекта 350-50, который стал основной «рабочей лошадкой» дноуглубительного флота СССР. Земснаряды этого проекта служат и в настоящее время (рис. 3). В 2014 г. ЗАО «Завод гидромеханизации» (г. Рыбинск) планирует отметить 50-летний юбилей этого земснаряда.

Изучая и учитывая накопленный отечественный опыт, анализируя мировую практику по морской добыче полезных ископаемых, ЗАО «Завод гидромеханизации» совместно с Ростовским ЦПКБ «Стапель» разработал линейку рефулерных морских землесосных снарядов: «Гидромех 4000 Dm», «Гидромех 6000 Dm», «Гидромех 8000 Dm», класс Российского морского регистра судоходства — «КЕ R3 AUT2» (рис. 2, 4), предназначенных для проведения различных видов дноуглубительных и добычных работ в условиях как шельфа, так и при строительстве и эксплуатации портовых сооружений, строительстве гидротехнических сооружений.

Землесосные снаряды соответствуют требованиям правил классификации и постройки морских судов; правил по оборудованию морских судов; Международной конвенции по предотвращению загрязнения моря с судов, охране человеческой жизни на море, регламенту радиосвязи, включая GMDSS; санитарных правил для морских судов; требованиям техники безопасности к морским судам и др. Являются земснарядами фрезерного, разборного типа. Имеют надежную конструкцию, предназначенную для тяжелых условий работы. Размеры и вес разных отдельных модулей допускают транспортировку автомобильным, железнодорожным или морским транспортом.

На земснарядах используются землесосы собственного производства ЗАО «Завод гидромеханизации» типа «Велет» (рис. 6, 7) и зарубежного производителя (табл. 1).

Конструкция, материал и прочность понтонов корпуса земснарядов соответствуют назначению, условиям плавания и эксплуатации.

Земснаряды оснащаются необходимыми специальными судовыми устройствами, дельными вещами, а также системами: электрической, гидравлической; общесудовыми: топливной, водяной и т. д. Для привода фрезы и папилонажных лебедок используется регулируемый гидравлический привод Häglands Drives AB, Bosch Rexroth, типа BP6055HD.

Для удержания земснаряда на месте выполнения работ и восприятия усилий, действующих вдоль судна от ра-

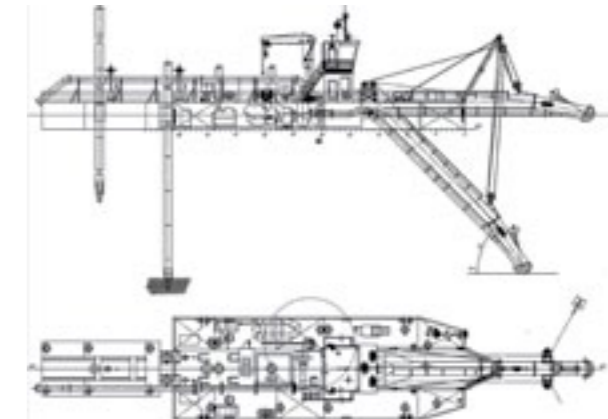


Рис. 4. Общий вид земснаряда «Гидромех 8000 Dm»

боты фрезы на корме земснаряда, предусматриваются свайное устройство и свайная каретка, которая передвигается по мощной стальной направляющей посредством гидроцилиндра двойного действия. Глубины разработки от 2,0 до 21 м.

Землесос земснаряда устанавливается в машинном отделении и приводится в действие дизель-редукторным агрегатом. Судовой дизель-редукторный агрегат и землесос соединяются между собой упругой муфтой.

Используются дизели марки Caterpillar, редукторы Kreiskott SEOGS, дизельные гидравлические станции для обеспечения работы привода фрез, лебедок и гидроцилиндров марки ICE-BV или Bosch Rexroth типа 1000PP/RF.

На судах предусматривается электрическое отопление машинного отделения, ахтерпика, помещений грунтового насоса, насосов технической воды, станции гидравлики и рубки багермейстера.

Предусмотрены системы: обнаружения пожара в машинном отделении, ахтерпике и помещениях грунтового насоса и станции гидравлики; контроля уровня подсланцевых вод в машинном отделении, ахтерпике, помещениях грунтового насоса, насосов технической воды, станции гидравлики; контроля поступления воды в сухие отсеки понтонов; контроля работы механизмов и устройств.

Комплектуются комплексным прибором контроля рабочих параметров земснаряда, обеспечивающим измерение и выдачу на экран: консистенция пульпы, давление в напорном пульпопроводе, глубина погружения всасывающей головки, скорость движения пульпы, значение вакуума во всасывающей линии, давление в системе технологической воды, текущая и суммарная производительность по грунту. Внутрисудовая и внешняя системы связи обеспечивают безопасную работу на судоходных путях или вблизи них.

Для удобства работы экипажа имеются бытовое помещение со стульями, маленьким камбузом с умывальником, плитой и микроволновой печью, кондиционер, освещение, розетки, душ и туалет, умывальник, бойлер, установка чистой питьевой воды, комфортные двухъярусные кровати.

Выводы

Исторический опыт показывает: трудности поджидали всех, кто начинал осваивать морские глубины. Ничего не поделаешь — мир вступает в эпоху дорогих углеводородов редкоземельных и цветных металлов. Зато это шанс за счет освоения шельфа дать импульс развитию целого комплекса смежных отраслей российской экономики — замедлять работы по освоению морского дна никак нельзя. Нельзя отставать от конкурентов, от разработок, которые ведутся за рубежом. Шельф — стратегическая задача, работа на перспективу.

Производительность по воде	м³/ч	500	1000	1500	1750	2000	2250	2500	3000
Напор насоса по воде	м	53,5	52,5	50,5	49,2	47,5	45,2	42,3	35
Производительность по гр. см 10%	м³/ч	430,3	860,5	1290	1505	1721	1936	2151	2581
Напор насоса по грунтовой смеси	м	51,6	50,7	48,7	47,5	45,9	43,6	40,8	33,8
Производительность по гр. см 15%	м³/ч	406,0	812,1	1218	1421	1624	1827	2030	2436
Напор насоса по грунтовой смеси	м	51,0	50,0	48,1	46,9	45,3	43,1	40,3	33,4

Табл. 1. Характеристики насоса «Велет 50/45-950Т» при n = 580 об/мин

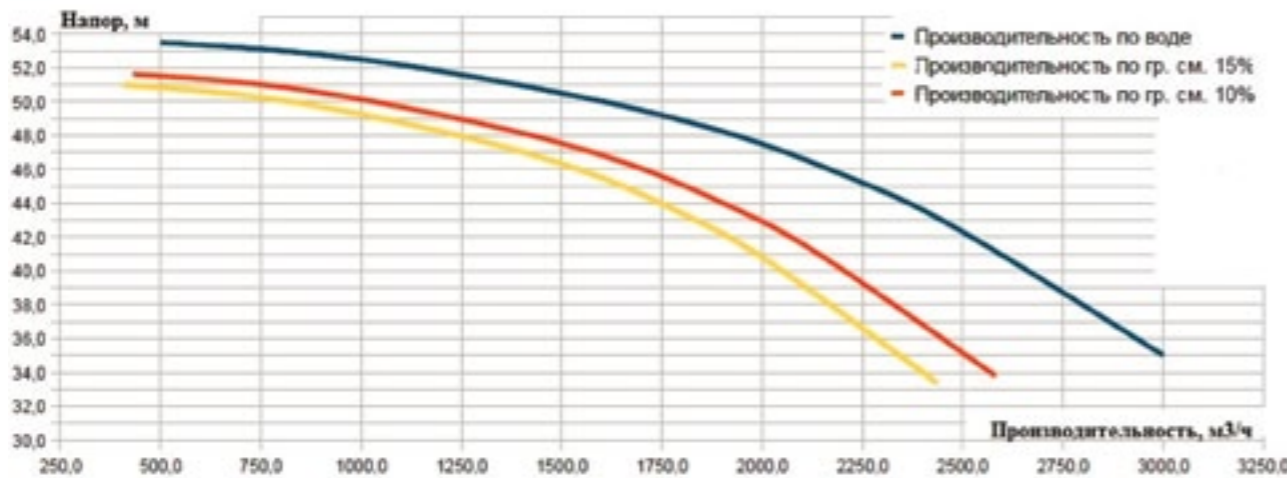


Рис. 5. График зависимости производительности от напора Q-H

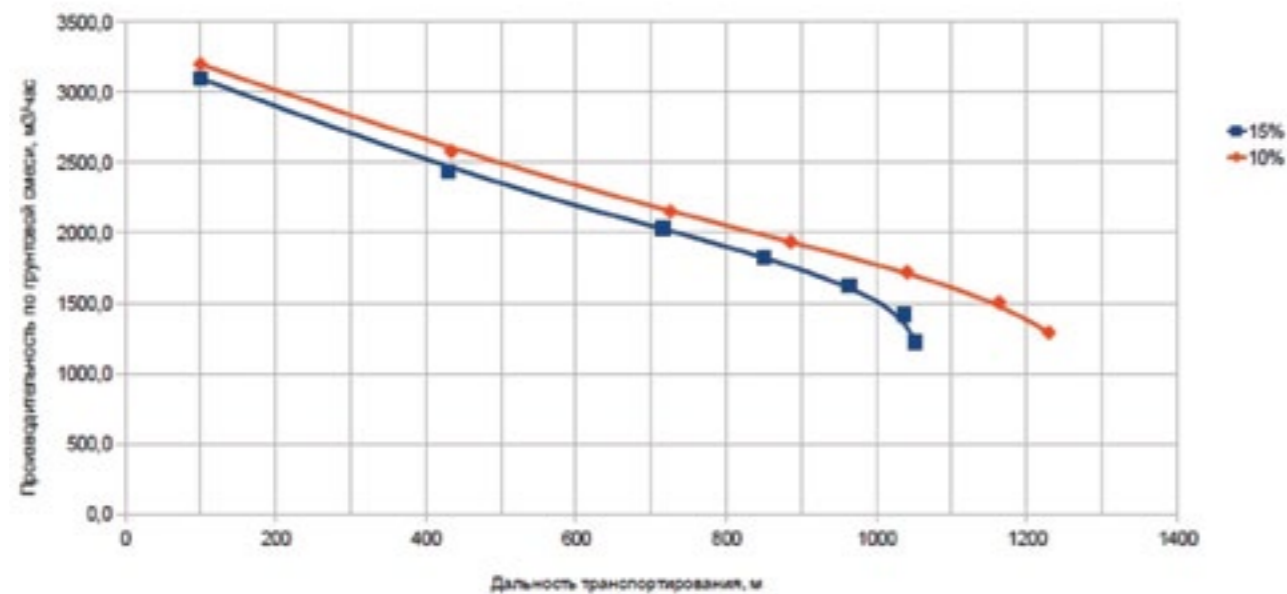


Рис. 6. Зависимость производительности земснаряда от дальности транспортирования

Литература

- Штин С. М. Подводная добыча полезных ископаемых. Издатель: LAP LAMBERT, Academic Publishing. ISBN: 978-3-659-22872-8. Германия. 2012, 571 с.
- Минеральные ресурсы России // Экономика и управление. Спецвыпуск. 2006.
- Мозаревич А. О. Геология морей и океанов: курс лекций. Главы 5, 6, 10.

ЗАО «Завод Гидромеханизации»

152916 Россия,
г. Рыбинск, Ярославская обл.,
ул. Суворова, д. 36
Координаты для GPS-навигатора — 38.846234,58.045849
Тел. +7 (4855) 209-534 — приемная
+7 (4855) 209-587
+7 (4855) 200-657
Факс +7 (4855) 209-657
e-mail: info@hydromec.ru



Производство

- Земснарядов мощностью от 100 до 8000 м³
- Грунтовых и шламовых насосов

ОАО «Завод Гидромеханизации»
Россия, 152916, Ярославская обл.,
г.Рыбинск, ул.Суворова, 36

www.hydromec.ru

«Развитие портовой и терминальной инфраструктуры 2013»

Приглашаем Вас принять участие в работе X международной конференции "Развитие портовой и терминальной инфраструктуры 2013", которая состоится 17 мая 2013 года в г. Санкт-Петербург, отель "Парк Инн Пулковская".

Среди тем конференции:

- Строительство морских и речных портовых ГТС;
- Современные технологии дноуглубления;
- Нормативное регулирование технической эксплуатации портовых гидротехнических сооружений;
- Эксплуатация и безопасность гидротехнических сооружений;
- Современные антикоррозийные и изоляционные материалы;
- Обеспечение специальной безопасности и физической защиты объектов порта;
- Новинки перегрузочной техники, порталных и контейнерных кранов;
- IT-технологии.

по вопросам участия и спонсорства: + 7 (8617) 71-31-01
+ 7 (8617) 71-62-20

СТРОИТЕЛЬСТВО МОРСКИХ ВЕТРОФЕРМ В ЕВРОПЕ



Ерашов В. П.,
коммерческий представитель
«Ван Оорд»

Wind energy sector is sustainably developing despite world economic crisis. The wind energy generating stations are installed not only onshore but also offshore as marine wind farms. The marine wind farms are constructed mostly in Europe at the continental shelf in Northern and Baltic seas. The Dutch company Van Oord is one of the leading companies in the marine wind farms installation business worldwide. The company Van Oord uses specialized state-of-the-art vessels and modern equipment at offshore construction projects.

На фоне мирового экономического кризиса такой сектор экономики, как ветроэнергетика, который начал развиваться еще в 70-е гг. прошлого века, демонстрирует уверенный рост.

С целью производства экологически чистой ветряной энергии с 90-х гг. XX в., кроме наземных ветрогенераторных электростанций, активно строятся также ветроэлектростанции в море — на континентальном шельфе. Это обусловлено, в частности, тем, что для выработки ветровой электроэнергии морское расположение ветрогенераторов, по сравнению с береговым, имеет следующие преимущества: на шельфе, вдали от берега, средняя скорость ветра значительно выше, а турбулентность воздуха ниже.

Наибольшее количество шельфовых ветрогенераторов, объединяемых в так называемые ветрофермы, строится в Европе — на шельфе Северного и Балтийского морей у берегов Дании, Нидерландов, Германии, Бельгии. Германия планирует до 2020 г. в своей экономической зоне Северного и Балтийского морей возвести 40 шельфовых ветроферм.

Голландская компания «Ван Оорд» является одним из ведущих мировых подрядчиков по дноуглубительным работам и морскому строительству. В 2007 г. в «Ван Оорде» было создано специализированное подразделение OWP по строительству морских ветроферм. Деятельность «Ван Оорда» на этом направлении охватывает широкий спектр операций, необходимых для установки ветрогенераторов в море. Эти операции включают в том числе прокладку кабелей на морском дне, защиту основания ветрогенераторов от размыва и подготовку участка морского дна для монтажа несущей колонны ветрогенераторной установки. В последнее время «Ван Оорд» расширил диапазон оказываемых услуг до строительства оснований ветрогенераторов и установки ветряных турбин, чтобы предоставлять заказчикам полный пакет услуг по строительству ветроферм. Таким образом, «Ван Оорд» отвечает за инжиниринг, поставку оборудования и строительство всего комплекса сооружений шельфовых ветроферм. Среди уже эксплуатирующихся построенных компанией шельфовых ветроферм такие, как: голландская ветроферма «Принцесса Амалия» (2008); первая очередь шельфовой ветрофермы «Белвинд» (2010), расположенной у побережья Бельгии и вырабатывающей 165 МВт электроэнергии. Ветроферма



Рис. 1. Строительство ветрофермы на континентальном шельфе

«Белвинд» находится в 50 км от берега на глубинах 15–37 м и состоит из 55 ветрогенераторов. «Ван Оорд» построил эту ветроферму в рекордно короткий срок — за 15 месяцев.

На проектах обеих ветроферм компания «Ван Оорд» осуществляла инжиниринг, строительство оснований, прокладку полной электрической сети, включающей внутриобъектовые и передающие подводные кабели, установку шельфовой высоковольтной станции (OHVS) и монтаж ветряных турбин.

На проекте «Белвинд» были установлены опоры ветрогенераторов, представляющие собой моноколонны диаметром



Рис. 2. Ветроферма Belwind у побережья Бельгии

5 м, весом около 400 т каждая и длиной от 50 до 70 м. Для доставки на место установки на шельфе моноколонны были загерметизированы гидравлическими заглушками, что позволило обеспечить их положительную плавучесть и буксировку на плаву от порта Зебрюгге в акваторию ветрофермы. Затем на объекте заглушки удаляли, и моноколонны забивали в морское дно с помощью гидравлического молота. После установки моноколонн на шельфе самоподъемная платформа доставила к месту их установки соединительные узлы, используемые для монтажа ветряных турбин. В каждом рейсе доставлялись одновременно три соединительных узла, весом 185 т каждый. Затем производился подъем платформы над поверхностью моря, и с неподвижной палубы платформы, поднятой над поверхностью моря, соединительные узлы устанавливались на моноколонны с помощью крана большой грузоподъемности. Высота ветрогенератора из тех, что установлены на «Белвинде», включая лопасти, составляет 117 м над уровнем моря, а длина всей конструкции с подводной частью равна 190 м.

Также в ходе строительства на подготовленное основание была установлена высоковольтная морская трансформаторная станция (OHVS) весом 1100 т. Для предотвращения размыва оснований опор ветрогенераторов вокруг них



Рис. 3. Обслуживание ветряной турбины шельфового ветрогенератора

на морском дне была уложена скальная наброска. Со специализированного судна HAM 601 с боковым отвалом камней на дно у оснований ветрогенераторов было уложено в общей сложности 132000 т скального грунта. В процессе строительства ветрофермы для пересечения кабелем судоходной трассы между Зебрюгге, Антверпеном и Флисингеном с помощью самоотвозного трюмного землесоса Geopotes 14 была проложена подводная траншея.

В рамках осуществляемых проектов морской ветроэнергетики «Ван Оорд» также установил в море на расстоянии около 75 км от берега две метеомачты — по одной мачте у голландского и германского побережья. С помощью метеомачт изучаются ветер и метеофакторы, воздействующие в море на ветрогенераторные установки. Специальные датчики, установленные на мачтах, фиксируют скорость и направление ветра, температуру воздуха и изменения атмосферного давления. Данная информация чрезвычайно важна для планирования и осуществления строительства других шельфовых ветроферм в Северном море.

В процессе строительства морских ветроферм применяются суда с боковым отвалом камней, самоподъемные платформы, суда для перевозки тяжеловесов, специальные суда комбинированного типа, которые можно использовать как



Рис. 4. Судно для бокового отвала камней HAM 601 на строительстве морской ветрофермы



Рис. 5. Многоцелевое судно «Ян Стейн»

для бокового отвала камней, так и для прокладки кабелей на ветрофермах.

Фирма «Ван Оорд» в 2013 г. пополнит свой флот судном новой постройки «Эол» (Aeolus). Это судно специально предназначено для использования при строительстве шельфовых ветроферм и спроектировано для доставки и монтажа конструктивных элементов ветрогенераторов на строящихся ветрофермах на континентальном шельфе. Судно «Эол» длиной 139 м и шириной 38 м оснащено краном грузоподъемностью 900 т с вылетом стрелы 30 м.

На текущем проекте «Тиссайд» у северо-восточного побережья Великобритании «Ван Оорд» произвел установку 27 оснований ветрогенераторов, проложил 18 км внутриобъ-

ектовых кабелей и выполнил отсыпку горной массы для защиты оснований ветрогенераторов от размывания. Строящаяся здесь ветроферма с установленными ветряными турбинами фирмы Siemens будет вырабатывать 62 МВт электроэнергии. Также компания построит в 2014–2015 гг. ветроферму в 23 км от побережья Голландии у Занворта. Здесь будет установлено 43 ветряных турбины Vestas V112, что позволит вырабатывать 129 МВт электроэнергии.

Благодаря уже выполненным и осуществляемым в настоящее время крупным шельфовым проектам компания «Ван Оорд» приобрела большой опыт по инжинирингу и строительству морских ветроферм и способна выполнять самые сложные проекты с помощью своих высококвалифицированных специалистов и следующего специализированного оборудования для работы в сфере гидротехнического строительства морских ветроэнергетических объектов:

- судно «Эол» (Aeolus) для транспортировки и установки оборудования ветроферм;
- суда для бокового отвала камней HAM 601 и HAM 602;
- многоцелевое судно «Ян Стейн» (Jan Steen), используемое для подводной укладки скального грунта и для прокладки кабелей.

Сегодняшний технический и инженерный потенциал «Ван Оорда» как нельзя лучше соответствует требованиям развивающегося рынка морской ветроэнергетики. Компания с готовностью встречает новые вызовы и повышает свое морское мастерство для участия в еще более масштабных проектах по строительству морских сооружений на шельфе.

Van Oord
Marine ingenuity

Морская инфраструктура будущего

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

www.vanoord.com

Офисы «Ван Оорд» в России:

117036 Москва
Ул. Кедрова, 15
Т +7 499 1291290
Ф +7 495 6265991

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

Проекты

- Санкт-Петербург
- Баренцево море
- Ямал
- Сахалин

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

ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ЗАМЕРЗАЮЩИХ МОРЕЙ МЕЛКОВОДНОЙ ЧАСТИ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА



Шмбакин С. И.,
доктор техн. наук,
заместитель начальника
департамента
ООО «Газпром добыча шельф»



Шмбакин Р. С.,
ведущий инженер
ООО «Газпром добыча шельф»

Field development in harsh natural conditions where possible ice loads impact makes necessary of engineering solutions development for stability improvement of facilities. The article describes the various engineering solutions for stability improvement of facilities considering that as a rule upper soil layers are soft grounds with poor physical and mechanical properties. The offered engineering technologies allow simplifying platform installation process on soil foundation with stability improvement of facilities in the meantime.

С выходом на акватории со сложными природными условиями, и особенно на замерзающие моря, время, в течение которого можно выполнять морские операции, уменьшается. Поэтому технические решения платформ ориентируются на конструкции максимальной заводской готовности, что приводит к существенному снижению строительно-монтажных работ в море. Этим требованиям удовлетворяют в наибольшей мере гравитационные и гравитационно-свайные платформы, и практика это подтверждает [1]. Эти сооружения на шельфе замерзающих морей наиболее ярко проявляют свои преимущества:

- возможность буксировки и установки на точку после полного выполнения строительно-монтажных работ в доке или закрытой акватории;
- непродолжительность процесса установки на точку;
- собственная плавучесть и наличие специальной системы балластировки позволяет буксировать их на большие расстояния;
- возможность хранения добываемого продукта;
- наличие, как правило, больших площадей для размещения технологического оборудования верхнего строения, и, как следствие, высокая автономность платформы;
- возможность перестановки на новую точку при минимальных затратах.

Однако основания таких платформ испытывают значительные нагрузки от воздействия факторов внешней среды [1].

Грунтовые условия площадок, на которых возводятся морские нефтегазопромысловые гидротехнические сооружения (МНГС), характеризуются в большинстве случаев залеганием песчаных или глинистых грунтов разной плотности, причем верхний слой, как правило, сложен грунтами с низкими физико-механическими характеристиками.

Значительные нагрузки, действующие на морские нефтегазопромысловые гидротехнические сооружения, и наличие слабых грунтов на поверхности морского дна вызвали необходимость разработать специальные технические решения по конструкции фундаментов для работы в данных условиях как при установке, так и при эксплуатации сооружения. При этом естественным является стремление передать основные усилия на более прочные нижние слои основания, что достигается устройством дополнительных анкерующих элементов в виде свай, в том числе оболочек большого диаметра, и ребристых конструкций. Широкое использование ребристых элементов (ребер) в фундаментах гравитационных платформ [1] связано с тем, что это решение существенно упрощает технологию установки платформы. Кроме этого, положительным является то, что ребра выполняют сразу несколько функций по улучшению работы основания:

- заглубление поверхности сдвига в более прочные слои грунтового основания и, тем самым, повышение общей устойчивости сооружения;
- обеспечение защиты грунтового основания платформы от размыва при воздействии течений и волн;
- предотвращение перегрузки плиты днища фундамента во время установки и обеспечение равномерного и плотного контакта ее с основанием за счет создания закрытых полостей, заполняемых, как правило, цементным раствором или инертными материалами;
- обеспечение установки сооружения на естественное основание (без возведения традиционных в морском строительстве постелей под гравитационные сооружения);
- обеспечение вертикальности сооружения во время его установки даже при неровном грунтовом основании.

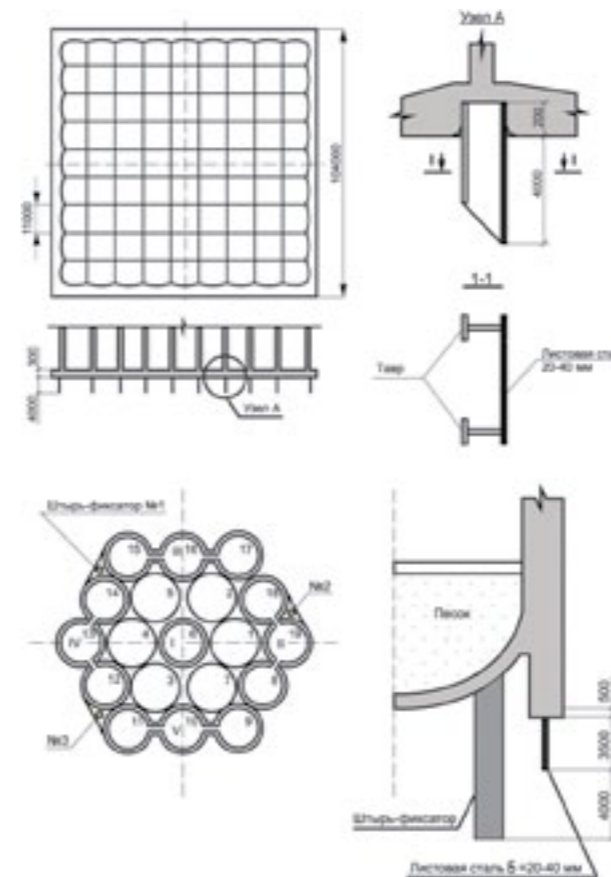


Рис. 1. Фундаменты с металлическими и комбинированными ребристыми элементами

Почти все фундаменты гравитационных платформ, как возведенных, так и проектируемых, имеют ребра: от коротких железобетонных до тонких и длинных металлических. Высота ребер изменяется от 0,4 м до 4 м и более [1], что создает относительное заглубление фундамента h/B в пределах 0,0043–0,065.

Металлические ребра нашли в фундаментах МНГС более широкое применение (рис. 1). Они обычно изготавливаются из листовой стали толщиной 20–40 мм. Для обеспечения их жесткости используются тавровые или двутавровые профили, которые жестко заделываются одним концом в плиту днища фундамента, а к ним крепятся листы ребер. Однако такое решение приводит к увеличению сил заедания ребер в грунт основания из-за наличия тавровых и двутавровых элементов. Поэтому в некоторых проектах ледостойких гравитационных платформ было рекомендовано использовать ребра в виде профилированного листа. Из-за высокой изгибной прочности такого сечения можно обойтись без дополнительных ребер жесткости. Хотя длина гофрированных ребристых элементов увеличивается, но силы сопротивления заедания, как правило, не превосходят те, которые имели место при плоских ребрах, подкрепленных ребрами жесткости. Очень важно при разработке конструкции гофрированных ребристых элементов достичь оптимального решения как по изгибной прочности, так и по силам заедания [2]. Исходя из этого, гофры могут быть в плане различной конструкции, т. е. иметь различный угол гофрирования и шаг гофра. Необходимо отметить, что при проектировании ре-

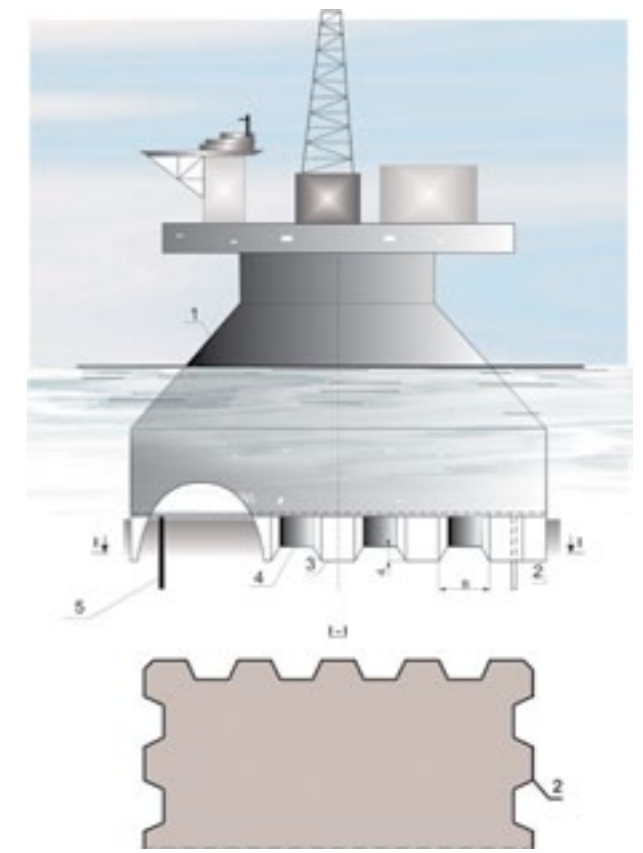


Рис. 2. Фундаменты с гребенчатым ребристым элементом:
1 — опорный блок; 2 — ребро-юбка; 3 — гребень; 4 — впадина; 5 — штырь-фиксатор

бристых элементов требуется соблюдать определенный шаг ребер. Анализируя данные по фундаментам ребристой конструкции, можно отметить, что отношение $1/h$ (где 1 — расстояние между ребрами, h — высота ребра) меняется, как правило, в пределах от 3,6 до 7,0.

Экспериментальные исследования по несущей способности ребристого фундамента показали, что для достижения плоскости сдвига, проходящей по подошве ребристых элементов, необходимо иметь отношение $1/h \leq 7,5$ [3]. Также было установлено, что при этом несущая способность основания фундамента ребристой конструкции достигается максимальной. Отсюда следует, что это отношение характеризует оптимальное расстояние между ребристыми элементами, при котором достигается максимальная несущая способность.

Однако для платформ с фундаментом ребристой конструкции, возводимых на глубинах до 20–25 м, возникает проблема, связанная с заеданием ребер в грунт основания. В этом случае установочный вес платформы не достаточен для погружения ребер, т. е. собственного веса платформы с учетом, как правило, водяного балласта недостаточно, чтобы преодолеть силы сопротивления заедания ребристых элементов в грунт основания.

Снижение сил сопротивления может быть достигнуто за счет снижения сил сопротивления, во-первых, по лобовой поверхности, а, во-вторых, по боковой поверхности.

В этой связи предлагается гребенчатое ребро (рис. 2), позволяющее снизить силы сопротивления заедания без

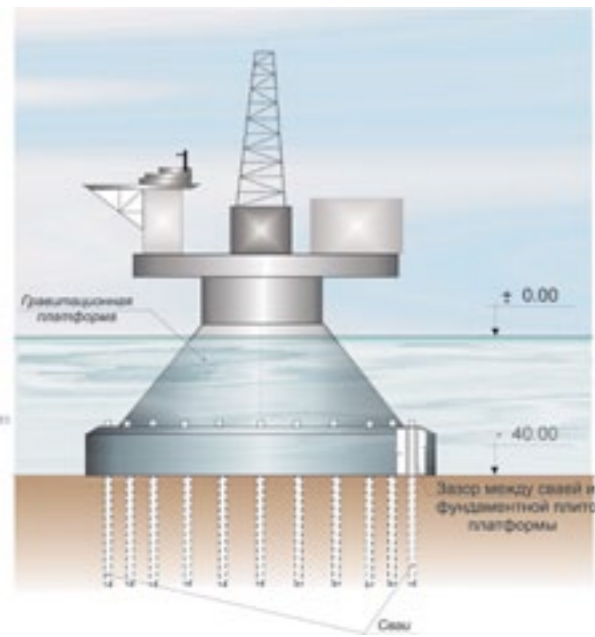


Рис. 3. Гравитационно-сваяная платформа со свободной анкерровкой

существенного изменения несущей способности грунтового основания [4]. Ребро в горизонтальном сечении выполнено гофрированным в виде трапециевидальной, синусоидальной или другой формы для повышения его изгибной прочности. Гребень располагают предпочтительно на выступающей части гофра. Снижение сил сопротивления задавливания достигается за счет уменьшения площади боковой поверхности и удельного лобового сопротивления впадины гребенчатого ребра, которая задавливается на меньшую глубину, а, следовательно, имеет меньшее удельное сопротивление, которое увеличивается пропорционально глубине задавливания. Таким образом, за счет устройства гребенчатого ребристого элемента будет достигаться существенное снижение общих сил сопротивления задавливания, т. е. понижен барьер глубин, на которых возможно применение ребристых конструкций.

Одним из наиболее перспективных вариантов платформ для освоения запасов полезных ископаемых в суровых климатических и сложных геологических условиях замерзающих морей шельфа является гравитационно-сваяный тип МНГС. Эти сооружения сочетают в себе лучшие свойства гравитационных и свайных платформ. Реакция такого сооружения на воздействие факторов внешней среды складывается из реакции грунтового основания по подошве сооружения и реакции грунтового основания, лежащего ниже поверхности морского дна. Получаемый таким образом комбинированный гравитационно-сваяный фундамент позволяет:

- возводить МНГС практически на любых грунтовых основаниях, обеспечивая безопасные условия эксплуатации;
- передать нагрузки на более прочные грунтовые слои грунтового основания и тем самым улучшить работу сооружения;
- сократить массогабаритные характеристики возводимых платформ.

Возможны две принципиально отличные конструктивные схемы гравитационно-сваяного фундамента. Характер-

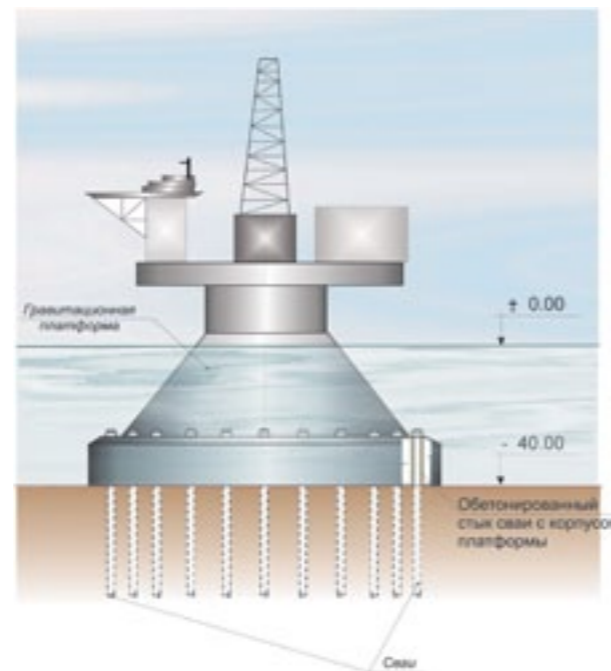


Рис. 4. Сваяная анкерровка гравитационной платформы

ной чертой первой схемы (рис. 3) является то, что горизонтальные усилия воспринимаются плитой и сваями, а вертикальные и моментные нагрузки — только плитой гравитационно-сваяного фундамента, т. е. обеспечивается свободное вертикальное перемещение плиты относительно свай. Именно такие условия возможны в районах первоочередного освоения месторождений на мелководном шельфе замерзающих морей. При этом основной расчетной схемой в этом случае, как правило, является плоский сдвиг, и главная функция свай заключается в восприятии только горизонтальных нагрузок, поэтому сваи должны быть достаточно короткими и иметь большой диаметр, чтобы воспринимать горизонтальные нагрузки. Использование таких свай незначительно повлияет на продолжительность установки платформы.

Совместная работа гравитационной и свайной частей в этом случае описывается следующими условиями:

- горизонтальные перемещения фундаментной плиты свай в уровне закрепления равны между собой, т. е. $u_{пв} = u_{св}$;
- вертикальные перемещения фундаментной плиты происходят независимо от свай и не вызывают в них продольных усилий, т. е. $w_{пл} \neq w_{св} (w_{св} = 0), R_{св}^{верт} = 0$;
- крепления свай в плите опорного блока могут обеспечивать защемление их голов различной жесткости, а именно абсолютно жесткое $\theta_{пв} = \theta_{св}$, конечной жесткости $M_{св} = m\theta_{св}$ и шарнирное $M_{св} = 0$.

Вторая конструктивная схема характерна для больших глубин моря и более того, когда на платформу действует значительный опрокидывающий момент, вызывающий отрыв задней грани фундаментной плиты от грунтового основания (растягивающие напряжения в подошве фундамента). В этом случае, как правило, сваи жестко заделываются в плите фундамента (рис. 4). Сваи в данном случае играют роль анкеров, воспринимая наряду с горизонтальными усилиями большие вертикальные нагрузки — сжимающие под передней гранью и растягивающие под задней. В этом случае совместная работа гравитационной плиты и свай описывается следующими условиями:

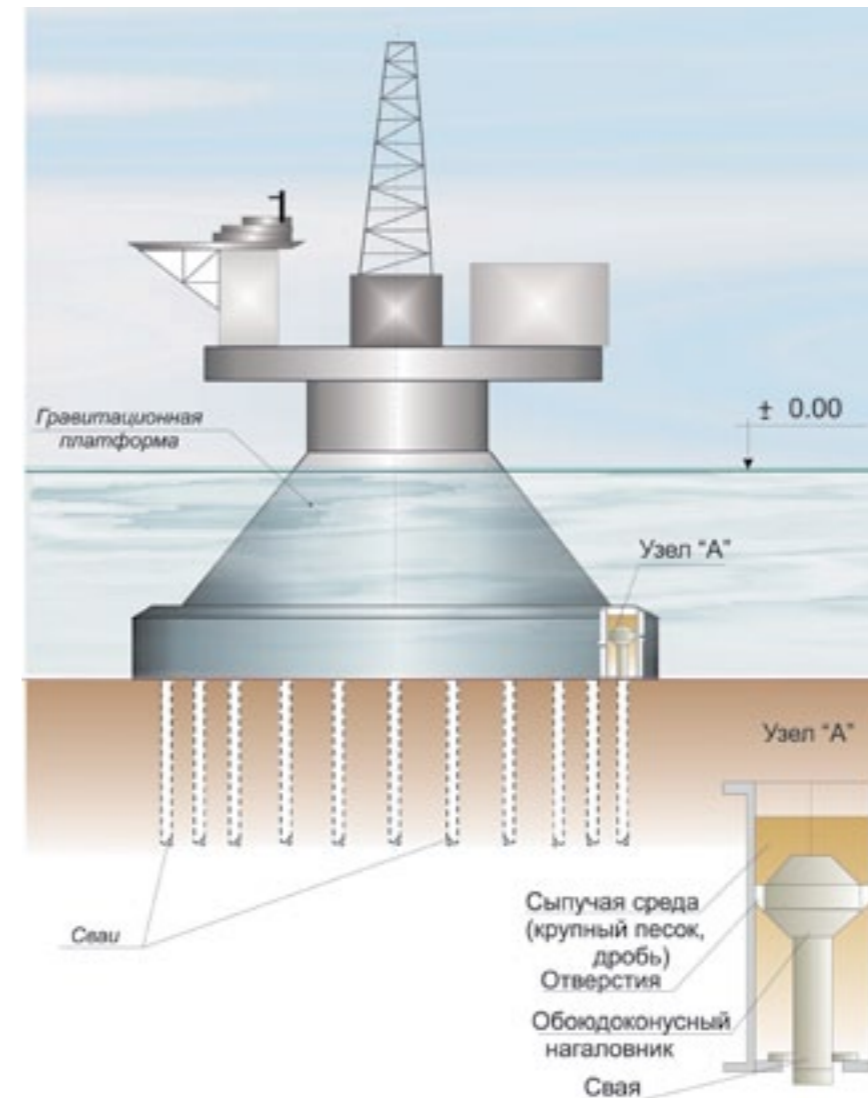


Рис. 5. Гравитационно-сваяная платформа

- горизонтальные перемещения фундаментной плиты и свай в уровне закрепления равны между собой, т. е. $u_{пв} = u_{св}$;
- жесткое заделывание свай в плите фундамента обеспечивает, как правило, равные вертикальные перемещения плиты и свай после установки платформы на морское дно и забивки и омоноличивания свай, вызывая в сваях продольные усилия, т. е. $w_{пл} = w_{св}$ и $R_{верт} = R_{пл} + R_{св}$;
- жесткое защемление свай в плите приводит к тому, что $M_{св} \neq 0$.

В этом случае, когда сваи воспринимают не только горизонтальные нагрузки, но и вертикальные, необходимо использовать более длинные сваи, забивка которых может потребовать значительных затрат по времени, но, как правило, уже при обеспеченной устойчивости платформы на воздействие волновых нагрузок.

Для улучшения работы гравитационно-сваяного фундамента предложен ряд технических решений. Одно из них представлено на рис. 5, его суть заключается в том, что оно объединяет преимущества первой и второй схем. Оно позволяет гравитационной части фундамента независимо от свайных конструкций осуществлять осадку (гравитационная составляющая полностью передается на грунтовое основание),

но в то же время воспринимать растягивающие напряжения под подошвой гравитационной части [5, 6]. Гравитационно-сваяные платформы должны найти широкое применение на акваториях со сложными ледовыми условиями. Однако использование гравитационно-свайных платформ сдерживается отсутствием научно обоснованных методов расчета взаимодействия фундаментной части с грунтовым основанием.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Одним из наиболее предпочтительных вариантов обустройства месторождений на шельфе замерзающих морей с глубинами до 60–80 м является использование ледостойких гравитационных и гравитационно-свайных платформ.

2. С учетом наличия значительных нагрузок, передающихся на грунтовое основание, и, как правило, слабых грунтов в верхних слоях, с целью улучшения работы фундамента нашли применение анкерующие элементы в виде ребристых или свайных конструкций, заглубляемых в более прочные слои грунтового основания.

3. Необходимо провести комплексные исследования по изучению взаимодействия гравитационно-свайных фундаментов с водонасыщенным грунтовым основанием с целью разработки соответствующих методов расчета.

Литература

1. Левачев С. Н., Шibaкин С. И., Курило С. В. *Фундаменты гравитационных нефтедобывающих платформ*. Москва: ВНИИИС, 1988.

2. Шibaкин С. И., Луин А. Ф. *Учет ребристых элементов в расчетах фундаментов гравитационных платформ*. Нефтепромысловое дело: научно-технический информационный сборник № 6. Москва: ВНИИОЭНГ, 1992.

3. Шibaкин С. И. *Ледостойкие гравитационные платформы с фундаментом ребристой конструкции и методы их расчета*. Перспективы выявления и освоения месторождений газа, конденсата и нефти на шельфе морей России: сборник трудов ВНИИГАЗа. М., 1998.

4. Шibaкин С. И., Курило С. В., Федоровский В. Г. *Гравитационная платформа с заглубленным фундаментом*. Патент 1791528. М., 1993.

5. Шibaкин С. И. *Гравитационно-сваяная платформа*. Патент 1619767. М., 1993.

6. Шibaкин С. И., Шibaкин Р. С., Василевский В. Л. и др. *Положительное решение по заявке № 2011136348/13 Морская гравитационно-сваяная платформа и способ постановки ее на морское дно*. ФИПС. М., 2012.

**ОАО «КАМПО» — 60 ЛЕТ!
28 МАРТА 2013 Г. СОСТОЯЛОСЬ
ТОРЖЕСТВЕННОЕ МЕРОПРИЯТИЕ ПО СЛУЧАЮ
60-ЛЕТИЯ СО ДНЯ ОБРАЗОВАНИЯ ОАО «КАМПО»**



40



В послевоенные годы, во время активного развития советской техники и перехода от поршневой авиации к реактивной, военно-воздушным силам страны потребовалась дыхательная аппаратура, которая могла бы обеспечить жизнедеятельность летного состава на больших высотах. Так, в 1953 г. Постановлением Совета Министров СССР было образовано Специальное конструкторское бюро кислородно-дыхательных приборов и аппаратуры (СКБ КДА), правопреемником которого является ОАО «КАМПО», входящее в группу компаний «Тетис».

На сегодняшний день ОАО «КАМПО» — это около 450 высококвалифицированных сотрудников, мощная производственная и испытательная база, строгая система контроля качества. Предприятие является ведущим на территории России и стран СНГ в области создания дыхательных систем для авиации, космонавтики, экстремальной медицины, водолазного и пожарного дела.

За годы работы предприятия были спроектированы и выпущены в серийное производство десятки образцов дыхательной техники, надежно зарекомендовавших себя в эксплуатации на объектах военного и гражданского флотов, в различных отраслях промышленности, в подразделениях аварийно-спасательных служб, в вооруженных силах РФ, в экстремальной и военной медицине.

И сегодня ОАО «КАМПО» не стоит на месте и постоянно развивает новые направления. Так, осенью прошлого года предприятие получило Свидетельство Российского речного регистра, которое дает право производить работы по проектированию, строительству, переоборудованию судов и ремонту их металлических корпусов.

На вновь организованном судостроительном производстве началась активная работа по созданию многофункционального модульного катера поисково-спасательного обеспечения ВМФ, который уже летом 2013 г. планируется представить широкой общественности.

Юбилей предприятия — хороший повод поблагодарить коллектив! За высокие результаты в профессиональной деятельности были отмечены десятки работников, благодаря многолетнему труду которых предприятие достигло своих высот. Поздравления и награды вручили представители губернатора Московской области, Министерства обороны РФ, Военно-морского флота, Военно-воздушных сил, МЧС России, Центра подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина, администрации и совета депутатов городского округа Орехово-Зуево.



41

во-Зуево. Генеральный директор ОАО «КАМПО» Александр Юрьевич Кулик наградил работников самых разных профессий благодарностями, грамотами и ценными подарками. Много теплых поздравлений было сказано в адрес руководства, коллектива, ветеранов предприятия.

И, несомненно, восторг вызвало «Космическое поздравление» с околоземной орбиты с борта Международной космической станции от космонавта Романа Романенко.

Благодаря деятельности таких предприятий, как ОАО «КАМПО», с каждым годом растут темпы оснащения Вооруженных сил современными, наукоемкими и конкурентоспособными образцами военной техники.

Поздравляем друзей и коллег с юбилеем! Желаем долгих лет интересной и плодотворной работы на благо нашей страны.



От имени редакции и читателей журнала «ГИДРОТЕХНИКА» поздравляем коллектив ОАО «КАМПО» со знаменательным юбилеем! В течение 60 лет вы с честью несете принятую на себя высочайшую меру ответственности — за жизнь человека. Главными достижениями, многократно подтверждающими ваш высочайший профессиональный уровень, являются здоровье и жизни людей, работающих в сложных, а порой экстремальных условиях. Ваш труд служит наглядным примером тому, что Россия была и остается страной гениальной инженерной мысли, высоких технологий и профессионалов высшего класса, покоряющих космос, подводный мир, Арктику и все сложнейшие места на Земле, созданные природой!

Желаем вашему дружному коллективу новых свершений, профессионального вдохновения, востребованности, реализации всех планов и разработок!

МЕТОДЫ РАСЧЕТА ШПУНТОВЫХ СТЕН. РАЗВИТИЕ СПОСОБОВ РАСЧЕТА ЭКРАНИРОВАННЫХ СТЕН

Абрамов Д. С.,
главный специалист отдела
гидротехнических сооружений
23 ГМПИ филиала ОАО «31 ГПИСС»

Журнал «ГИДРОТЕХНИКА» продолжает серию публикаций о проблемах расчетов экранированных больверков. В первой статье Д. С. Абрамова был представлен аналитический обзор истории вопроса, исследований по теме и особенностей методики расчета (см. ГИДРОТЕХНИКА, 2013, № 1, с. 60–65). Вторая из цикла статей посвящена краткому обобщению и анализу расчетных методов, на фоне которых следует рассматривать новые предложения по расчету экранированных больверков.

We continue to publish a series of articles about the problems of shielded revetment computation. The first article by D. S. Abramov presented the analytical review of background information, research and computation method peculiarities (see HYDROTECHNIKA, 2013, №1, p.60-65). The second one was devoted to the brief summary and the analysis of the computation methods against which it should consider new offers of shielded revetments computation.

Расчет шпунтовых стенок — одна из практических и важных проблем механики грунтов. Эта проблема — одна из старейших, и ее вряд ли можно считать решенной до конца: в настоящее время в практике широко используется классическая теория предельного состояния грунта, предложенная Шарлем Кулоном еще в 1773 г. Сложность расчета в первую очередь заключена в достоверном учете бокового давления грунта, которое перераспределяется при горизонтальном перемещении стенки и зависит от стадийности земляных работ. В этих условиях система «шпунтовая свая — грунт основания» является многократно статически неопределимой, т. к. в ней возможно наличие различных статически допустимых напряженных состояний, при которых одинаковым внешним нагрузкам будут соответствовать различные эпюры бокового давления грунта, отражающие характер и величину деформации стенки.

Методы расчета шпунтовых стен и их сопоставительный анализ освещены в отечественных работах представителями разных научных школ. Из наиболее поздних можно выделить публикации А. Я. Будина [4–6], В. Н. Ренгача [72], А. Г. Довгаленко [24], В. Б. Гуревича и В. Э. Даревского [19–22], В. Ф. Раюка [65], Ф. М. Шихиева, М. П. Дубровского [85]. Современное состояние и развитие моделей взаимодействия грунта с конструкциями шпунтовых стен широко представлены в зарубежных работах [88, 90, 92, 95, 96; 99]. Основы методики расчета экранированных больверков по РТМ 31.3016–78 [74] достаточно полно изложены в статьях С. Н. Курочкина, Ф. А. Мартыненко и соавторов [48, 50], дополнительные пояснения к которым представлены далее в статье.

Анализ методов расчета шпунтовых стен [19, с. 156; 22, с. 174; 24; 36, с. 128–129; 64; 85] позволяет условно выделить три группы методов. **Первая группа** базируется на классической теории предельного равновесия грунтов — эти методы принято называть классическими (традиционными) или недеформационными методами. Для получения удовлетворительных результатов, учета перераспределения давления грунта и возможности возникновения пластических шарниров используются эмпирические поправочные коэффициен-

ты, относящиеся к эпюре давления грунта или к расчетным изгибающим моментам и анкерным реакциям. Инженерные методы расчета предполагают максимальное упрощение расчетных схем и введение различного рода допущений, обусловленных невозможностью в большинстве практических случаев получить аналитическое решение в замкнутом виде.

Для классических инженерных методов характерны простота, наглядность и удовлетворительное соответствие натурным данным. Вместе с тем, некоторые инженерные методы решения локальных задач страдают чрезмерной эмпирической ограниченностью, что делает их ненадежными за пределами условий, в которых были получены опытные данные для их разработки. Случается, что различия в методах приводят к различию в результатах расчетов для условий, где области применимости этих методов пересекаются [21, с. 5–6; 34, с. 4].

Из множества предложенных методов расчета первой группы ни один не завоевал всеобщего признания, ведь каждый из них наиболее полно учитывает влияние того или иного фактора на работу конструкции. К наиболее известному методу, широко проверенному практикой, можно отнести метод «упругой линии прогибов» по схемам Г. Блюма — Э. Ломейера и Э. К. Якоби. Расчеты ведутся в аналитической или графоаналитической постановке. При этом аналитические расчеты методом последовательных приближений требуют большого объема вычислений, поэтому автоматизируются на ЭВМ. Графоаналитические методы расчета, ориентированные на ручной счет, благодаря своей простоте и наглядности, имеют не меньшую популярность.

Ко **второй группе** можно отнести методы, в которых рассматривается контактная задача взаимодействия гибкой подпорной конструкции с грунтом основания. Связь между нагрузкой и перемещением на контакте грунта со шпунтом задается коэффициентом постели. В этих методах деформации грунта могут быть как упругими, так и упругопластическими (неупругими), может учитываться последовательность возведения и пр. Для линейных задач получены решения

дифференциального уравнения для изогнутой оси, а при физической нелинейности решение выполняется численными методами [85, с. 61], к примеру, в современных программах Wall-3 разработки НИИОСП и D-Sheet Piling разработки Deltares systems (ранее известной как MSheet компании Delft GeoSystems).

К **третьей группе** относятся методы, моделирующие связи механической работы сооружений в сплошной среде — прилегающем грунтовом массиве — и использующие численные решения. Численные методы построения разрешающих уравнений производятся в замкнутой форме при произвольном изменении напластований грунтов, произвольном нагружении как в пространстве, так и во времени, изменении граничных условий задачи, использовании линейных и нелинейных зависимостей между напряжениями и деформациями [63, с. 7].

Применение методов этой группы к расчетам гидротехнических сооружений позволяет учесть: а) с любой требуемой точностью особенности формы сооружения или конструкции; б) последовательность возведения сооружения; в) физико-механические свойства среды (материала конструкции, грунтов основания и т. д.); г) имеющиеся нарушения целостности рассматриваемой системы (конструктивные швы, трещины и пр.); д) гидрологические условия — наличие фильтрующей воды, изменение напора грунтовых вод при приливах и т. д.; е) динамические воздействия на сооружения или конструкцию [11; 33].

Несмотря на множество достоинств, использование методов третьей группы в прошлые годы было осложнено низкой производительностью ЭВМ и трудоемкостью подготовки исходной информации для расчета [33; 35]. Кроме того, модели среды теории упругости (линейная зависимость между напряжениями и деформациями) и теории пластичности (модель среды теории предельного равновесия) находили ограниченное применение, т. к. они отражают крайние возможные состояния грунтовой среды. Первая из моделей основана на допущении, что ни в одной точке грунтовой среды нет предельного напряженного состояния, а другая, наоборот, — на предположении, что оно имеет место во всех точках грунтовой среды [36].

Первые отечественные практические нормативные рекомендации по расчету напряженно-деформированного состояния системы «шпунтовая свая — грунт основания» применительно к плоской задаче теории упругости были разработаны в конце 1970-х гг. И. В. Лазаревой (НИИОСП) и Л. Ф. Златоверхниковым (Ленморнипроект) [66; 71]. В данной постановке грунт аппроксимируется плоскими (треугольными или четырехугольными) элементами, в пределах которых упругая линейно-деформируемая среда, характеризующаяся модулем деформации и коэффициентом Пуассона, считается однородной. Внешнюю нагрузку прикладывают в узловых точках на поверхности засыпки, а силы тяжести элементов распределяют между узловыми точками системы. Решение задачи осуществлялось с использованием метода конечных элементов. Если в первой группе методов для корректировки давления грунта используются подтвержденные практикой поправочные коэффициенты, то использование упругих элементов во второй и третьей группах методов имеет экспериментальный характер и требует осторожности. Во-первых, необходимо следить за тем, чтобы реактивное давление грунта не превышало величины пассивного давления. Во-вторых, необходимо учитывать, что применительно к грунтовым средам уравнения теории упругости обычно приводят к удачным результатам, если приращения расчетных напряжений близки к давлению покоя (бытовому давлению) [32]. Вероятно, эти решения будут отвечать большей точности для абсолютно

жестких и неподвижных стенок [23]. Так, Л. Ф. Златоверхников рекомендует применение решений теории упругости для сооружений гравитационного типа [35, с. 48], а В. Н. Ренгач [72, с. 22] — для весьма жестких железобетонных шпунтовых стенок, деформации которых настолько малы, что в грунтовой среде засыпки еще сохраняется линейная зависимость между перемещениями и напряжениями. В-третьих, следует отметить необходимость учета разрыва сплошности среды по контакту стена — грунт при появлении растягивающих напряжений [85, с. 61], которая может быть выполнена постановкой односторонних связей. Сравнение результатов расчета давления грунта, полученных по теории упругости для допредельного напряженного состояния грунта, с результатами расчета по теории предельного состояния грунта дают существенные искажения в среднем на $\pm(20-30)\%$ [72, с. 22] и более [24, с. 39]. По-видимому, это может быть объяснено гибкостью шпунтовых ограждений и отсутствием должного учета зон пластических деформаций. В настоящее время упругая модель имеет весьма ограниченное применение для грунтовых сред, т. к. не в полной мере отражает их реальные свойства [12, с. 63].

Дальнейшее развитие описания сплошной среды привело к созданию упругопластической модели грунта, давшей возможность освобождения от ряда допущений и условностей учета перераспределения давления грунта. Упругопластическая модель явилась результатом естественного обобщения двух предельных моделей и позволила получить решения для любого случая развития областей предельного равновесия с постепенным переходом от чисто «упругого» решения к предельному состоянию. В результате эта модель в значительно большей мере отражает физическую природу явлений и приближает данные расчета к результатам экспериментов и наблюдений. Появление мощных ЭВМ и использование в механике грунтов эффективных решений численных задач механики сплошных сред — метода конечных разностей (МКР) и метода конечных элементов (МКЭ) — обусловили широкое практическое использование и внедрение этой модели в проектную практику в последние десятилетия. В качестве примера можно привести современные программы PLAXIS (PLAXIS BV, Дельфт, Нидерланды), FLAC (ITASCA, Миннеаполис, США), основанные на МКЭ и МКР соответственно. Возможности современного расчета портовых гидротехнических сооружений с использованием передовых упругопластических (нелинейных) математических моделей грунта широко продемонстрированы в бюллетенях PLAXIS и монографии [12].

Методы первой группы принято называть инженерными (упрощенными) методами расчета, методы второй и третьей групп в большей части относятся к численному моделированию. Существуют и допускаются нормативными документами [78] сочетания методов первой и второй групп. Например, далее показано, что РТМ 31.3016–78 [74] базируется на рассмотрении давления на шпунтовую стенку выше уровня дна по теории предельного равновесия грунта, а в отпорной зоне основания грунт идеализируется моделью упругой среды.

О целесообразности приближенных методов решения академик А. Н. Крылов [42] писал: «Сколько бы ни было точно математическое решение, оно не может быть точнее тех приближенных предпосылок, на коих оно основано. Об этом часто забывают, делают вначале какое-нибудь грубое приближенное предположение или допущение, часто даже не оговаривая таковое, а затем придают полученной формуле гораздо большее доверие, нежели она заслуживает, и это потому, что ее вывод сложный». При проектировании портовых гидротехнических сооружений использование инженерных

методов оправдывается, поскольку физико-механические характеристики грунтов, как природной среды, так и при исследовании в лабораторных и в полевых условиях, как правило, имеют существенный разброс. Поэтому механическое поведение грунта будет описываться любыми уравнениями только приближенно, а усложнение математической модели грунта и создание нового расчетного аппарата можно считать оправданным только в том случае, если модель учитывает существенные в данной геотехнической ситуации качественные особенности работы грунта, не учитываемые иными методами расчета. Для портовых сооружений этим случаем может являться, например, наличие слабых грунтов в их основании [56, с. 101].

Известный зарубежный специалист по численным методам в геотехнике профессор Дэвид Поттс своевременно поднял дискуссию по вопросу, достигли ли численные методы анализа той стадии, когда они превосходят традиционные подходы и могут заменить их [91; 100]. Основываясь на сравнительном анализе численных и традиционных методов, Поттс не сомневается, что в будущем численный анализ будет играть ключевую роль в процессе геотехнического проектирования. Отмечается, что его использование требует известной осторожности и соответствующей квалификации расчетчика. Повышение степени достоверности результата достигается обоснованным выбором модели грунта [9] и выполнением его специальных лабораторных испытаний [10].

Если инженерные методы являются приближенными из-за наличия допущений, а используемое аналитическое решение может быть достаточно строго, то численные методы, напротив, учитывают максимальное количество условий, однако их численное решение само оказывается приближенным. И те и другие методы требуют от пользователя анализа результатов расчета, по итогам которого может быть подобран наиболее удачный метод расчета или внесены изменения в расчетную схему (модель).

Наиболее объективное сравнение методов и моделей разных групп дано большим специалистом по механике грунтов П. Л. Ивановым [36, с. 128–129]: «В связи с развитием решений смешанной задачи может возникнуть мысль отказаться от применения предельных моделей, которые являются ее частными случаями. Для инженерной практики это будет нерационально и неэкономично. Везде, где это обосновано и может считаться допустимым с достаточным для практических целей приближением, следует использовать предельные модели как более простые, доступные и, как следствие, требующие меньших затрат расчетного труда и квалификации проектировщиков. Следует подчеркнуть, что нет «плохих» моделей, а есть «плохое» — неправильное использование за пределами границ их применимости. Более общие и сложные модели позволяют обоснованно оценивать эти границы и даже в некоторых случаях их расширять».

Тенденция возрастания технической сложности современных объектов гидротехнического строительства и необходимость выполнения многовариантных расчетов обусловили практический отказ от «ручных» графоаналитических методов расчета и переход на аналитические и численные методы расчета, ориентированные на использование ЭВМ. Значительное усовершенствование численных методов расчета в отношении грунтовых, распорных сооружений позволяет их широко использовать при проектировании сложных и нетиповых сооружений, в т. ч. высокого уровня ответственности. Например, Инструкция [70, п. 5.8.1] рекомендует рассчитывать причальные сооружения МКЭ «при повторных реконструкциях, в сложных и существенно-неоднородных инженерно-геологических условиях, при необходимости оценки влияния последовательности реконструктивных мероприятий».

Инженерные методы расчета, несмотря на свою приближенность, обеспечивают достаточную для практики достоверность и по-прежнему рекомендуются к использованию в нормах технически развитых стран (Япония, США, Англия, Германия, Нидерланды, Испания, Франция и др.) и в отечественных нормативных документах.

В конце этой части статьи следует обратить внимание читателей на то, что вышеизложенные предпосылки легли в основу современных нормативных документов [1; 78, п. 5.4; 79, п. 11.4; 80, пп. 8.14, 8.21], ориентирующих проектировщиков на использование в расчетах оснований упругопластических и нелинейных моделей грунтовой среды и современных вычислительных программ для ЭВМ (методы 2 и 3 групп) и допускающих использование упрощенных (инженерных) методов расчета (первой группы), базирующихся на определении бокового давления грунта в состоянии предельного равновесия. Такова общая обстановка, на фоне которой нужно рассматривать современное состояние проблемы расчета экранированных стенок.

Развитие способов расчета экранированных стенок и их научное обоснование

Первые труды по расчету экранированных шпунтовых стен в основном содержат рассуждения о работе конструкции и скорее обозначают проблемные вопросы, чем дают на них ответы. Систематизированные и детальные расчетные материалы начали появляться в конце 1920-х гг. одновременно в германской и советской литературе. В последующий период вопросам расчета экранированных стенок посвящены многие научные работы русских инженеров, вызывающие чувство восхищения и заслуживающие самой высокой оценки.

В работе Л. Бреннеке и Э. Ломейера, изданной в 1930 г. и переведенной на русский язык в 1933 г. [2, с. 236–237], предлагаются два способа расчета давления на экранированную свайными рядами шпунтовую стенку: а) давление принимается от полосы грунта, заключенной между стенкой и некоторой плоскостью позади экранированного свайного ряда, которую впоследствии назвали «экранирующей плоскостью»; б) давление рассчитывается от призмы обрушения с учетом разгружающего действия плиты ростверка; при этом, т. к. часть давления земли воспринимается сваями, выполняется уменьшение нагрузки на стенку на величину от 1/3 до 2/3.

В труде русского инженера В. А. Малюкова [52, с. 133–157], опубликованном в 1929 г., дается способ, учитывающий только разгружающее действие плиты ростверка, перекрывающего часть призмы обрушения. В дальнейших работах 1932, 1937 гг. [53, с. 131–135; 54, с. 71–73, 90–101] Малюков придерживается первого способа Бреннеке и Ломейера как наиболее правомерного, критически отзываясь о втором способе: «Сплошь и рядом ... уменьшение активных сил делается произвольно, вводя коэффициенты меньше единицы. Так, например, при расчете железобетонной набережной Ленинградского порта, в 1925 г., введен был, после долгих дебатов, коэффициент уменьшения бокового давления 0,3. Это, понятно, не есть метод расчета, а лишь вынужденная мера, не вытекающая из логических соображений, а продиктованная интуицией». Важно отметить, что В. А. Малюковым вносится уточнение по вопросу распределения активного давления между стенкой и сваями [53, с. 135]: при известном моменте на стенку момент на сваю принимается по пропорции в соотношении жесткостей элементов. При этом проверяется, чтобы полученный таким образом суммарный момент не был меньше момента от действия клина засыпки.

Рассматривая предложенные на тот момент способы в свете нашего времени, нетрудно заметить, что несмотря на стойкие убеждения В. А. Малюкова о правомерности одного из способов, подкрепленные соображениями теоретическо-

го характера, все они страдали недостаточной обоснованностью и обладали рядом серьезных дефектов: первый способ всегда приводил к занижению моментов в лицевой стенке, а второй способ требовал уменьшения нагрузки на стенку на произвольную величину, которая назначалась директивно, ссылаясь на опыт проектирования.

Такой вывод можно сделать исходя из последующего развития методик расчета, которые стали учитывать две составляющие давления грунта на лицевую стенку. Первая из них обуславливается непосредственным распорным давлением на стенку объема грунта, заключенного между лицевой стенкой и экранирующей плоскостью, положение которой зависит от размеров и размещения экранирующих свай. В современное время это давление принято называть силосным. Вторую составляющую давления стали получать путем распределения между сваями и стенкой суммарного активного давления грунта на сооружение. Распределение выполнялось пропорционально соотношению жесткостей стенок, что обосновывается равенством прогибов шпунтовой стенки и экранирующего ряда свай, достигаемого за счет их совместной работы. Можно заметить, что В. А. Малюковым предполагалось рассчитывать каждую из этих составляющих и выбирать из них наибольшую, когда как в действительности необходимо было выполнять их суммирование.

Первое решение такой задачи о влиянии на шпунтовую (лицевую) стенку находящегося за ней свайного (экранирующего) ряда было впервые дано в 1937 г. Н. А. Смородинским и Б. М. Лозовским. Предложенное решение исходило из совместной работы шпунтового и свайного рядов с одинаковым пролетом и прогибом. Новым для этой методики было определение изгибающего момента в системе «штунт — сваи» от суммы давлений на экранирующую плоскость и шпунтовый ряд (активн. давление — сдвиг + силосн. давление — пассивн. давление). Предполагая, что силосное давление грунта между стенками действует и на шпунтовый ряд, и на сваи, авторы определяли полный изгибающий момент в шпунте как сумму: а) разности момента в системе и момента от силосного давления, взятой пропорционально жесткости лицевой стенки; б) величины момента от силосного давления. Соответственно изгибающий момент в свайном ряду получался только от взятой пропорционально его жесткости разности момента в системе и момента от сопротивления сдвигу грунта, находящегося между шпунтовым и свайным рядами. Величины изгибающих моментов определялись при учете пассивного сопротивления грунта перед шпунтовым рядом. Интересно отметить, что в пособии [77, с. 142–145], изданном в 1939 г., т. е. после разработки своего нового способа расчета, сами Смородинский и Лозовский изложили за небольшим уточнением старые и традиционные для того времени способы расчета, ранее публикуемые Бреннеке, Ломейером и Малюковым. Так как при небольших расстояниях между шпунтом и сваями величины силосного давления и сопротивления сдвигу разнятся незначительно, то предложенное решение приводит к сумме изгибающих моментов в системе «штунт — сваи», практически равной моменту в неэкранированном больверке.

В монографии Б. А. Урецкого [82, с. 222–226], в свете достижений науки того времени, пересматриваются вопросы проектирования набережных, ранее освещенные в известном пособии под ред. В. Е. Ляхницкого [54]. Урецким сохраняются ранее изданные способы, а в заключении предупреждается, что «ряд положений, относящихся к расчету шпунтовых стенок, нуждаются в экспериментальной проверке и дополнительной теоретической разработке». В 1947 г. Б. А. Урецкий предложил собственный способ расчета. Принцип решения сохранился прежним (как и в предложении Смородинского

и Лозовского), однако теперь величина изгибающего момента в системе определялась полным активным давлением на экранирующую плоскость (активн. давление — силосн. давление + силосн. давление — пассивн. давление), поэтому сумма моментов, действующих в шпунте и сваях, а также глубина погружения элементов, стали точно равны соответствующим величинам неэкранированного больверка. В 1955 г. Н. А. Смородинский, сравнивая свою методику с вновь предложенным способом Б. А. Урецкого, отмечает, что результаты расчета мало разнятся между собой и оба способа не имеют строгого обоснования, поэтому должны рассматриваться как условные. Но поскольку поправка Урецкого вносит упрощение в технику расчета, в дальнейшем рекомендовалось ее использование, и способ прочно вошел в расчетную практику.

В 1967 г. [61] в институте «Ленморнипроект» была принята несколько измененная, но основывающаяся на тех же принципах методика расчета экранированного больверка. Изгибающий момент в системе «штунт — сваи» (от суммы давлений на экранирующую плоскость и шпунтовый ряд) определялся суммой нагрузок (активн. давление — сдвиг — пассивн. давление). При этом полный изгибающий момент в шпунте получен как сумма: а) величины момента в системе, взятой пропорционально жесткости стенки; б) величины момента от силосного давления. Полный изгибающий момент для свайного ряда равен моменту в системе, взятому пропорционально жесткости ряда. В методике «Ленморнипроекта» сделана попытка в какой-то степени учесть влияние грунта, расположенного между шпунтом и сваями. По результатам сравнительных расчетов А. А. Гринфельдом [17] отмечается: а) полученная этим способом глубина погружения элементов в грунт оказывается меньшей, чем для неэкранированного больверка; б) изгибающий момент в шпунте получается меньше, чем по способам Смородинского и Лозовского и методу Урецкого. Однако сумма изгибающих моментов, действующих в шпунтовом и свайном рядах, в большинстве случаев оказывается практически равной изгибающему моменту в неэкранированном больверке.

Таким образом, способы, предложенные Н. А. Смородинским и Б. М. Лозовским, Б. А. Урецким, а также специалистами «Ленморнипроекта» предполагали разные правила распределения нагрузок на шпунтовый ряд и экранирующие сваи суммарного изгибающего момента, который оказывался практически эквивалентен моменту в неэкранированном больверке. Между тем, первые рекогносцировочные опыты с моделями экранированных больверков, проведенные в институте «Ленморнипроект» в 1965 г., показали, что, применяя один или два ряда вертикальных экранирующих элементов, погружаемых за лицевой стенкой, можно снизить воздействующий на нее изгибающий момент в 2–2,5 раза. При этом суммарный изгибающий момент в лицевой и экранирующей стенках и анкерная реакция всегда меньше момента в неэкранированном больверке. Это обстоятельство указывает на то, что в многорядных системах, воспринимающих давление грунта (от собственного веса и эксплуатационных нагрузок на причале), происходит не просто распределение усилий между несущими элементами конструкции, а снижение самих распределяемых усилий за счет погашения части нагрузки работой грунта, находящегося между элементами. Последующими многочисленными опытами на моделях обычных экранированных больверков [45, 49, 50] установлена характерная закономерность: суммарный момент у таких сооружений, возникающий от временной нагрузки на засыпке, оказывался практически равным изгибающему моменту в чистом больверке от аналогичной нагрузки, удаленной от кордона на расстояние, равное расстоянию между стенками экранированного больверка. Снижение суммарного мо-

мента при расстояниях между стенками, обычно назначаемых в реальных конструкциях, составляет 30–35%, поэтому количество материала несущей конструкции, воспринимающей давление грунта, может быть снижено в 1,2–1,4 раза по сравнению с простым (не экранированным) больверком. Выявленные резервы несущей способности сооружения не раскрывались существующими на то время методами расчета.

Исследование физической картины взаимодействия элементов экранированного больверка и грунта, заключенного между лицевой и экранирующей стенками, показало, что эффект экранирования связан с включением в работу грунта засыпки, в котором возникают реактивные силы сопротивления. Действительно, дополнительное сопротивление грунта обусловлено разницей давления грунта на экран и на лицевую стенку и происходит за счет того, что в экранированном больверке давление грунта на лицевую стенку со стороны силосного пространства возникает в условиях деформации стенки в направлении «от грунта» (активное давление), а давление на экран — в условиях направления деформации «на грунт» (реактивное давление). Таким образом, проведенные исследования показали, что грунт, находящийся между стенками экранированного больверка, является работающим элементом сооружения, повышающим его несущую способность.

Теоретические исследования и анализ экспериментальных данных позволили А. А. Гринфельду [17] представить картину взаимодействия элементов экранированного больверка с грунтом засыпки и разработать расчетную схему, учитывающую совместную работу всех его элементов. Эта расчетная схема рассматривает экранирующую стенку как балку на сложном упругом основании, включающем в себя сжимаемый между стенками грунт силосного пространства и прогибающуюся лицевую стенку. Возникающие перед экранирующей стенкой реактивные силы сопротивления грунта частично передаются лицевой стенке, вызывая ее дополнительное пригружение (следовательно, и прогиб) сверх обычного силосного давления. Передача дополнительного давления лицевой стенке осуществляется за счет вертикальных сил трения, возникающих при перемещении экрана и пригружающих грунт силосного пространства. Зависимости для определения давлений на стенки и усилий в элементах экранированного больверка были получены в результате решения дифференциальных уравнений совместной работы лицевой и экранирующей стенок («уравнение передачи» и «уравнение экрана»). Предложенная Гринфельдом методика получила более строгую постановку в сравнении с ранее разработанными условными способами. Результаты расчетов по разработанной методике выдержали экспериментальную проверку как в лабораторных, так и натурных условиях. Удовлетворительная сходимость результатов подтвердила реальность и достоверность расчетной схемы. Между тем, методика не смогла найти широкого применения, т. к. не позволяла решать задачу многорядного экранирования, учитывать податливость анкеров на работу экранированного больверка и пр.

В основу всех последующих отечественных методик положен наиболее наглядный прием, ранее используемый В. А. Малюковым, а за границей — Г. П. Чеботаревым, заключающийся в распределении действующего на систему изгибающего момента между лицевой стенкой и экранирующей пропорционально их жесткостям. Кроме того, в лицевой стенке возникает составляющая изгибающего момента от активного давления грунта в силосе образованным шпунтом и сваями. Первая официальная методика расчета экранированных больверков разработана институтом «Ленморниипроект» и изложена в ведомственных строительных нормах Министерства морского флота [7]. Методика составлена на основе обобщения исследований распорных сооружений и

нацелена на решение локальной задачи с использованием ручного счета графоаналитическим методом. Расчетная схема экранирующей стенки принята в виде балки на сплошном упругом основании, загруженной расчетной нагрузкой — суммарным активным давлением грунта по всей высоте. Несколько позже получена закономерность распределения давления грунта между элементами экранированного больверка для случая многорядного экранирования [50].

Между тем, расчет конструкций по классическим схемам позволял оценить напряженное состояние элементов стенки только для двух значений глубин погружения стенки в грунт основания: в схеме Якоби глубина погружения стенки определяется из условия статического равновесия стенки при полном использовании эпюры отпора грунта основания перед стенкой, а в схеме Блюма — Ломейера глубина погружения определяется из условия получения равных максимумов эпюры изгибающих моментов в пролете стенки и в защемлении. Все другие возможные варианты заглужения стенки в грунт основания эти схемы не охватывали, что является весьма существенным недостатком метода расчета. Обе схемы не учитывают податливости анкерной системы, деформативных свойств грунта, жесткости элементов стенок, а значит, являются бездеформативными, тогда как экспериментальными исследованиями было установлено, что напряженное состояние элементов больверка существенно зависит от указанных деформаций [24, с. 46; 48].

Устранение этих недостатков потребовало изменения традиционной очередности расчета заанкеренных стенок и отказа от способа определения эпюры изгибающего момента в стенке и ее анкерной реакции через веревочную кривую и многоугольник сил. Развитие вычислительной техники в 1970-е гг. дало толчок автоматизации инженерных расчетов и позволило разработать единую усовершенствованную аналитическую методику и алгоритм программы расчета всех типов больверков, учитывающие перемещения и деформации элементов вне зависимости от жесткости стенок и их роли.

Лицевая и экранирующая стенки больверка стали рассматриваться как статически неопределимые балки, загруженные активным давлением грунта, определенным по теории предельного равновесия, учитывающей криволинейный характер поверхности скольжения призмы распора и разработанной В. В. Соколовским. При этом давление от временных распределенных нагрузок на причале стало определяться с учетом распределения напряжений в грунте по решениям О. К. Фрелиха. Балки оперты в месте крепления анкера на упругоподатливую опору, а ниже определенного уровня размещены в упругом основании, характеризуемом коэффициентом постели, линейно возрастающим с глубиной. Для определения усилий в статически неопределимой балке в расчетной схеме устраняют упругоподатливую опору и заменяют ее силой, равной анкерной реакции балки, обеспечивая при этом соблюдение условия совместности деформаций. Расчет ведется методом сил строительной механики, в результате чего определяют усилия в конструктивных элементах больверка (изгибающие моменты в лицевой стенке, реакции в анкерах) и реактивное давление упругого основания. Ординаты эпюры последнего сравнивают с ординатами пассивного давления, вычисленными по методу предельного равновесия грунта с учетом криволинейного характера поверхности скольжения призмы выпора. В случае необходимости, при превышении ординатами эпюры реактивного давления соответствующих ординат эпюры пассивного давления, выполняют дополнительный расчет, обуславливающий перераспределение усилий в сооружении.

Новая методика РТМ 31.3016–78 [74] основалась на рассмотрении грунта в отпорной зоне основания как упругой

среды и использовала решение Н. К. Снитко, полученное для гибкой балки на упругом основании. Решение дифференциального уравнения четвертого порядка для изогнутой оси стенки давалось по методу начальных параметров в виде степенных знакопеременных рядов.

Исследование физической картины взаимодействия элементов экранированного больверка и грунта, выполненное в обоснование новой методики расчета, позволило уточнить следующую схему работы конструкции [49, с. 31–32]. За счет податливости анкерного узла и прогиба лицевой стенки происходит смещение грунта засыпки вперед вместе с верхней частью элементов экранирующих стенок, нижняя часть которых, оставаясь в неподвижной части грунта основания, защемляется. Пригрузка неподвижной зоны грунта весом смещаемой части грунта засыпки обеспечивает реализацию перед экранирующими стенками больших реактивных сил, чем перед лицевой стенкой. Это создает более благоприятные условия защемления экранирующих стенок по сравнению с лицевыми.

Как уже указывалось, выше определенного уровня тыловые грани стенок смещаются «от грунта» и считаются загруженными активным давлением грунта, а ниже его стенки смещаются «на грунт» и считаются расположенными в винклеровском основании. Для лицевой стенки этот уровень соответствует проектному дну. С учетом аналогии расчетной схемы лицевой и экранирующей стенок уровень свободной поверхности (УСП) для последней, очевидно, был получен, исходя из соображений эквивалентности расчетной схемы. Опыты и верификационные расчеты показали, что устойчивая зона грунта основания, в которой реализуется защемление или надежное опирание экранирующих стенок, возможно определять специальным построением [47; 18]. Для этого на лицевой стенке определяется точка О, которая в первом приближении принимается на расстоянии 2/3 глубины погружения стенки от дна, а в последующем расчете уточняется по упругой оси стенки, полученной в результате расчета первого приближения. Затем из точки О проводят линию под углом Θ к горизонту, пересечение которой с расчетными плоскостями вертикальных экранирующих элементов и есть УСП. Для экранированных больверков угол Θ принимается равным углу внутреннего трения грунта φ [50; 74, формула (7), с. 12; 5, с. 151–152], а для оторочек угол Θ имеет среднее значение между $(45^\circ + 0,5\varphi)$ и φ , т. е. $\Theta = 0,5(45^\circ + 0,5\varphi)$ [18; 47; 70, с. 36]. Угол Θ представляет собой угол сдвига, а предложенные зависимости, по-видимому, наиболее представительны для несвязных грунтов засыпки и основания. Угол φ соответствует углу сдвига для песчаного грунта, а значение $(45^\circ + 0,5\varphi)$ соответствует поверхности сдвига призмы выпора. Для связных грунтов, где сопротивление сдвигу обусловлено как силами трения, так и сцеплением частиц грунта, в проектной практике для определения угла сопротивления сдвигу используется выражение, следующее из закона прочности несвязного грунта Кулона [58; 76]: $tg\Theta = tg\varphi + c/p$, где c — удельное сцепление грунта, p — давление на грунт в рассматриваемой зоне. Новые расчетные схемы существенно уточнили ранее принимаемые расчетные схемы по [7], где лицевая стенка рассчитывалась графоаналитическим способом, а экранирующая стенка принималась в виде балки, расположенной в упругом основании по всей высоте.

Заканчивая описание методики РТМ 31.3016–78 [74], отметим, что она открыла возможности варьирования конструктивными решениями и параметрами, характеризующими различные конструктивные решения, с целью формирования наиболее выгодного напряженно-деформированного состояния конструкции. В этом несомненная заслуга специалистов института «Ленморниипроект», которым наша ин-

женерная общественность всегда будет благодарна. Для учета влияния нагруженной фундаментной части подкранового пути на лицевую стенку больверка при расположении свайного фундамента полностью в пределах призмы обрушения специалистами института «Союзморниипроект» позже была разработана «Методика определения дополнительной составляющей эпюры бокового давления грунта от нагруженной надфундаментной части» [69, с. 3–4; 20–30].

В наиболее поздних изданиях технической литературы приводятся и некоторые другие рекомендации по расчету экранированных стенок. Экранирующие свайные ряды нашли применение не только в конструкции глубоководных морских причалов, но и при строительстве и реконструкции речных причалов. Рекомендации по расчету экранированных сваями стенок, составленные А. Я. Будиним [4–6], отличаются от способа Урецкого следующим: а) дополнительно вводится коэффициент, учитывающий влияние плотности грунта в междурядной зоне на их совместную работу; б) между свайными элементами пропорционально их изгибной жесткости распределяется полное активное горизонтальное давление, а не суммарный изгибающий момент; в) дополнительно в некоторой нижней зоне лицевой стенки учитывается передача активного давления, воспринимаемого экранированными сваями. Высота указанной зоны определяется условным построением, основанным на опытных данных. Таким образом, методика Будина является уточнением способа Урецкого, т. к. она учитывает дополнительные условия работы конструкции. Из всех предложенных решений, ориентированных на не деформационные методы, методика Будина имеет наибольшую привлекательность, т. к. она достаточно проста и, по сути, является уточнением ранее используемого способа Урецкого.

Выяснению вопроса распределения оползневой давления грунта между рядами свай посвящены экспериментальные исследования специалистов института «Укрспецстройпроект» [8]. Анализ результатов опытов свидетельствует, что жесткое сопряжение свай с железобетонным ростверком приводит к равномерному распределению усилий между рядами свай, в отличие от распределения при безростверковой удерживающей свайной конструкции.

Информационный поиск способов расчета стенок с экранирующими сваями в современной зарубежной технической литературе по портовой гидротехнике технически развитых стран показал следующее. Испанские стандарты [101], ссылаясь на отсутствие простых аналитических решений для вычислений активного давления, предлагают условные приемы распределения нагрузки между рядами свай для случаев: а) удерживающая свайная конструкция оползневой массива грунта; б) экранирование причала гравитационной конструкции свайным основанием подкрановых балок. Распределение нагрузки между сваями от оползневой массива грунта для трехрядной конструкции (первым принят ряд со стороны передачи оползневой давления) предполагается принимать: 1-й ряд — 57%; 2-й ряд — 29%; 3-й ряд — 14%. Рекомендации удовлетворительно согласуются с независимыми лабораторными данными «Укрспецстройпроекта» [8], показывающими следующее распределение: 1-й ряд — 50%; 2-й ряд — 30%; 3-й ряд — 20%. Наблюдаемое различие в данных по долям давления между 1-м и 3-м рядами свай, очевидно, обусловлено наклоном основания. В опытах «Укрспецстройпроекта» рельеф и основания несмещаемого массива грунта приняты горизонтальными, а в испанских нормах рельеф принят наклонным, а основание несмещаемого массива грунта расположено горизонтально, поэтому свободная высота свай увеличивается в сторону передачи оползневой давления. Можно заключить, что рассмотренные в [101] рас-

четные случаи представляют практический интерес для использования в инженерных расчетах, т. к. подобные разработки отсутствуют в отечественных работах.

В зарубежной практике экраннующие сваи получили применение главным образом для удержания массивных железобетонных разгрузочных платформ, опирающихся на ряды свай. В первой редакции английской книги крупнейшего специалиста в области механики грунтов Г. П. Чеботарева [84], изданной в 1951 г. и получившей известность в СССР благодаря переводу Н. Н. Маслова, описывается случай строительства причальной стенки в Бангкоке (Таиланд), где определенный расчетом изгибающий момент был распределен между лицевой стенкой и сваями платформы в пропорции к относительной изгибной жесткости элементов. Во второй редакции 1973 г. [102] представлен случай строительства причальной стенки в Балтиморе (США), где пропорционально изгибной жесткости свайных элементов уже распределяется полное активное горизонтальное давление между ними. Обе рассмотренные причальные стенки, в отличие от экранированного больверка по РТМ 31.3016–78 [74], имеют свайные элементы, жестко соединенные с разгрузочной платформой.

В наиболее современном и полном международном справочнике по конструкции портовых гидросооружений украинско-канадского исследователя Г. П. Цинкера 1997 г. [103], являющимся одной из основных настольных книг многих зарубежных инженеров-гидротехников (что определяет его библиографическую редкость), рекомендуются следующая техника расчета экранированных шпунтовых стенок: а) по вопросу расчета давления грунта автор описывает результаты работ Г. П. Чеботарева, Г. Н. Смирнова и приводит способ Б. А. Урецкого; б) в вопросах расчета разгрузочной платформы автор рекомендует использование расчетной схемы высокого свайного ростверка в виде рамной системы, ранее описанной в работе А. Я. Будина [5, с. 151–152].

Заканчивая обзор инженерных методик расчета экранированных больверков и способов расчета давления грунта на экранированные стенки, актуально процитировать профессора А. Я. Будина [5, с. 143]: «Весьма сложная задача о совместной работе лицевой стенки, экраннующих свай и заключенного между ними грунта в настоящее время не имеет строгого теоретического решения. Наиболее простым и наглядным способом расчета таких конструкций является метод «экраннующей плоскости», который дает результаты, не противоречащие натурным данным».

Как отмечалось ранее, развитие современных программных комплексов численных методов расчета, располагающих нелинейными (упругопластическими) моделями грунтов, достигнутое в последние десятилетия, открыло широкие возможности проведения ранее недоступных комплексных расчетов конструкции экранированного больверка [11]. Поэтому в настоящее время результаты инженерных расчетов на стадии проектирования могут быть уточнены не только физическим моделированием конструкции, выполняемым в грунтовом лотке, но и математическим моделированием с использованием программного комплекса. Расчетная модель, принимаемая для математического моделирования, может приниматься как пространственной, так и плоской. Рассматривая плоскую задачу, следует отметить, что при расстояниях между экраннующими сваями в ряду менее их трехкратного диаметра конструкция может идеализироваться элементом плиты, а при большем расстоянии — в 2D PLAXIS 2012 [3] появилась возможность использования специального элемента «погруженная свая», учитывающего возможность «затекания» грунта между сваями.

Литература

Примечание редакции: Поскольку общий список литературы по теме у автора включает более 100 источников, редакция сохранила их нумерацию, указав в данном списке только те источники, на которые есть ссылки в статье. Всем заинтересованным читателям автор готов предоставить полный список литературы.

1. Беллендир Е. Н., Глаговский В. Б., Гольдин А. Л., Прокопович В. С., Смирнов Ю. Г., Векшина Т. Ю. О новой редакции СНиП 2.02.02–85 «Основания гидротехнических сооружений» // *Гидротехническое строительство*. 2011. № 6. С. 60–62.
2. Бреннеке Л., Ломейер Э. Основания и фундаменты. Том II. Свайные фундаменты. М.–Л.: Госстройиздат, 1933. С. 185–194.
3. Бринкгреве Р. Новые разработки. Бюллетень PLAXIS, 32-й выпуск. Осень 2012. URL: http://www.plaxis.ru/files/files/bulletin32_02.pdf.
4. Будин А. Я. Тонкие подпорные стенки. Л.: Стройиздат (Ленингр. отд-ние), 1974. С. 86–89.
5. Будин А. Я., Демина Г. А. Набережные: Справ. пособие. М.: Стройиздат, 1979. С. 143–145.
6. Будин А. Я., Чекренина М. В. Усиление портовых сооружений. М.: Транспорт, 1983. С. 81–86.
7. ВСН 26–72. Указания по проектированию экранированных больверков / ММФ: утв. Союзморниипроектом 01.02.1972: зам. на РТМ 31.3016–78 с 01.01.80. Л.: Ленморниипроект, 1972. 125 с.
8. Гинзбург Л. К., Коваль В. Е., Лапкин В. Б., Васновская В. С. Распределение усилий между рядами свай противопопозней конструкции // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 1990. № 2. С. 7–11.
9. Голубев А. И. Выбор математической модели грунта для геотехнических расчетов в PLAXIS: Специальный курс / сост.: А. И. Голубев; по мат-лам С. Меллера. СПб.: НИП-Информатика, 2009. 54 с.
10. Голубев А. И. Лабораторные испытания грунтов и их математическое моделирование в PLAXIS: Специальный курс / сост.: к. т. н. А. И. Голубев; по мат-лам С. Меллера. СПб.: НИП-Информатика, 2010. 30 с.
11. Голубев А. И., Селецкий А. В. Комплексные расчеты гидротехнических сооружений в PLAXIS // *Гидротехника XXI век*. 2011. 3(6). С. 16–18.
12. Гришин В. А., Гришин А. В., Гембарский Л. В., Снисаренко В. И. Расчет гидротехнических сооружений в системе PLAXIS. К.: Издательский центр «Азбука», 2011. 240 с.
13. Гринфельд А. А. Исследование экранированных больверков: автореф. дис. ... канд. техн. наук / ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. М., 1970. 24 с.
14. Гришачева Г. И., Мартыненко Ф. А., Новиков А. Ф. О расчете оторочек перед существующими сооружениями свайного типа // *Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации береговых сооружений морского транспорта: Сб. науч. тр. Ленморниипроекта*. Вып. 7. М.: ЦРИА «Морфлот», 1979. С. 46–55.
15. Гуревич В. Б., Даревский В. Э., Самарин В. Ф., Федоров Ю. М. Портовые гидротехнические сооружения / под ред. В. Б. Гуревича. М.: Транспорт, 1992. 256 с.
16. Даревский В. Э. Инженерные методы расчета больверков // *Расчет морских гидротехнических сооружений, взаимодействующих с грунтами оснований и насыпок: сб. научн. тр. М.: МИСИ, 1984. С. 38–47.*
17. Даревский В. Э. Основы расчетов портовых гидротехнических сооружений / В. Э. Даревский, С. Н. Левачев, Ю. М. Колесников. Ч. 1: Общие положения нагрузки и воздействия. М.: МИСИ, 1990. 87 с.
18. Даревский В. Э., Романов А. М. Проектирование сооружений, обеспечивающих устойчивость грунтовых массивов (набережные, берегоукрепления, подпорные стены, защита от оползней и др.) / ОАО «Гипроречтранс». М.: ООО «Издательство Мастер», 2011. С. 174.
19. Дембицкий Э., Тейхман А. Избранные проблемы фундаментостроения гидротехнических сооружений. Перевод с польского В. П. Афанасьева. М.: Транспорт, 1981. С. 12.
20. Довгаленко А. Г. Теория и практика модельных исследований морских причальных сооружений. М.: Транспорт, 1977. 184 с.
21. Емельянов Л. М. Расчет подпорных сооружений: справ. пособие. М.: Стройиздат, 1987. С. 19, 37.

33. Жигач Ю. К., Санчугов В. В., Юфин С. А. О комплексах программ для автоматизированного расчета портовых гидротехнических сооружений методом конечных элементов // *Портовое гидротехническое строительство: сб. науч. тр. Союзморниипроекта*. М.: Транспорт, 1982. С. 65–68.

34. Завриев К. С. и Шпиро Г. С. Расчеты фундаментов мостовых опор глубокого заложения. М.: Транспорт, 1970. 216 с.

35. Златоверховников Л. Ф. К вопросу подготовки данных для расчетов причальных сооружений методом конечных элементов на ЭВМ и обработки их результатов // *Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации береговых сооружений морского транспорта: сб. науч. тр. Ленморниипроекта*. М., ЦНИА «Морфлот», 1982. С. 48–64.

36. Иванов П. Л. Грунты и основания гидротехнических сооружений. Механика грунтов. М.: Высшая школа, 1991. С. 447.

37. Крылов А. Н. Мои воспоминания. 7-е изд. Л.: Судостроение, 1979. С. 319.

38. Курочкин С. Н. Глубоководные причалы в виде заанкерованных набережных // *Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации береговых сооружений морского транспорта: сб. науч. тр. Ленморниипроекта*. Вып. 1. М., Рекламинформбюро ММФ, 1974. С. 3–17.

39. Курочкин С. Н., Мартыненко А. Ф. О способах реконструкции набережных для увеличения глубин у причалов и допускаемых нагрузок на их территории // *Портовое гидротехническое строительство: сб. науч. тр. Союзморниипроекта*. М.: Транспорт, 1982. С. 57–64.

40. Курочкин С. Н., Мартыненко Ф. А., Аракеян А. А. Аналитический расчет тонких заанкерованных стенок // *Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации береговых сооружений морского транспорта: сб. науч. тр. Ленморниипроекта*. Вып. 4. М.: Рекламинформбюро ММФ, 1977а. С. 46–58.

41. Курочкин С. Н., Мартыненко Ф. А., Вульфсон Б. М., Гришачева Г. Н. Исследования, проектирование и строительство причалов в виде заанкеренных больверков для судов дедевейтом 100 000–150 000 т // *Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации береговых сооружений морского транспорта: сб. науч. тр. Ленморниипроекта*. Вып. 4. М., Рекламинформбюро ММФ, 1977б. С. 31–45.

42. Курочкин С. Н., Мартыненко Ф. А., Гришачева Г. Н. Больверки с многорядным экранированием // *Портовое гидротехническое строительство: сб. науч. тр. Союзморниипроекта*. М.: Транспорт, 1977в. С. 64–73.

43. Малюков В. А. Обделка берега приморских гаваней. Л.: Изд. Политехн. ин-та им. М. И. Калинина. Ч. I, Конструкция, 1928. Ч. II, Расчет, 1929. 248 с.

44. Малюков В. А. Проектирование портовых набережных. Л.: Гос. транспорт. изд-во, 1937. С. 30–58, 130–136.

45. Малюков В. А. Набережные стенки // *Портовые сооружения (расчетная часть) / под ред. проф. В. Е. Ляхницкого. М.–Л.: ОГИЗ — Гострансиздат, 1932. Гл. II. С. 39–126.*

46. Мартыненко Ф. А. Гидротехническая наука на службе портостроения // *Исторические и научно-технические аспекты развития объектов водного транспорта: сб. науч. тр. СПб.: Лики России, 2003. С. 94–101. Загл. обл.: Город начинается с порта.*

47. Маслов Н. Н. Механика грунтов в практике строительства (оползни и борьба с ними). М.: Стройиздат, 1977. С. 279–280.

48. Набережная типа больверк из железобетонного шпунта. Рабочие чертежи: типовой проект № 504–14: введ. в действие Союзморниипроектом 30.11.67 / разработ. Ленморниипроектом. Л., 1967. Часть 1. Конструкция набережной и методы расчета. Л. 45–48.

49. Парамонов В. Н. Метод конечных элементов при решении нелинейных задач геотехники. СПб.: Группа компаний «Геореконструкция», 2012. С. 7–12.

50. Путилин Ю. А. Расчетные модели конструкций, работающих совместно с грунтовой средой // *Проблемы гидротехнического строительства на морском транспорте: сб. науч. тр. М.: В/О «Мортехинформреклама», 1989. С. 84–91. (Тр. Ленморниипроекта).*

51. Раюк В. Ф. Расчет несущих стен на прочность // *Подземные сооружения, возводимые способом «стена в грунте»*. Под ред. канд. техн. наук В. М. Зубкова. Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1977. С. 57–76.

52. РД 31.31.03–80. Методические указания по расчету напряженно-деформированного состояния и устойчивости оснований причальных сооружений методом конечных элементов / Ленморнии-

проект: утв. Союзморниипроектом 06.11.1980. М.: ЦРИА «Морфлот», 1981. 44 с.

53. РД 31.31.33–85. Рекомендации по проектированию глубоководных портовых гидротехнических сооружений с использованием сварных шпунтов / ММФ: утв. Союзморниипроектом от 28.06.1985. М.: Союзморниипроект, 1985. 35 с.

54. РД 31.31.38–86. Инструкция по усилению и реконструкции причальных сооружений / ММФ СССР. М.: В/О «Мортехинформреклама», 1987. 80 с.

55. Рекомендации по расчету тонких подпорных стенок / НИИ-ОСП. М., 1979. 43 с.

56. Ренгач В. Н. Шпунтовые стенки (расчет и проектирование). Л.: Стройиздат, 1970. 112 с.

57. РТМ 31.3016–78. Указания по проектированию больверков с учетом перемещений и деформаций элементов / Ленморниипроект. М., 1979. 237 с.

58. Руководство по проектированию коммуникационных тоннелей и каналов / ЦНИИпроезданий. М.: Стройиздат, 1979. С. 7.

59. Смородинский Н. А., Лозовский Б. М. Набережные-стенки // *Портовые сооружения: расчетная часть. Часть I / под общ. ред. проф. В. Е. Ляхницкого. М.–Л.: Изд-во «Водный транспорт», 1939. Раздел 1. С. 5–228.*

60. СНиП 2.06.07–87. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. 36 с.

61. СП 23.13330.2011 СНиП 2.02.02–85* Основания гидротехнических сооружений: утв. приказом Минрегиона России от 28.12.2010 г. № 824. 110 с.

62. СП 58.13330.2012 СНиП 33-01–2003 Гидротехнические сооружения. Основные положения: утв. приказом Минрегиона России от 29.12.2011 г. № 623. 39 с.

63. Урецкий Б. А. Портовые набережные. М.–Л.: ОНТИ, Глав. ред. строит. лит-ры, 1938. С. 284.

64. Чеботарев Г. П. Механика грунтов, основания и земляные сооружения. Пер. с англ. проф. Н. Н. Маслова. М.: Стройиздат, 1968. С. 5, 564.

65. Чеботарев О. Н., Пойзнер М. Б., Дубровский М. П. Строительство портовых гидротехнических сооружений из сварного шпунта. М.: Транспорт, 1993. 176 с.

66. Bakker K. J. Soil Retaining Structures: Development of Models for Structural Analysis. Rotterdam: A. A. Balkema, 2000. 236 p.

67. Clayton C. R. I., Milititsky J., Woods R. J. Earth Pressure and Earth-Retaining Structures. London: 2nd edition, Chapman & Hall, 1993, 408 p.; 3rd edition, CRC Press, 2013, 512 p.

68. Day R. A., Potts D. M. A comparison of design methods for propped sheet pile walls, SCI Publication 077, The Steel Construction Institute, 1989. 21 p.

69. DeLatre L. Un siècle de méthodes de calcul d'écrans de soutènement I. L'approche par le calcul — les méthodes classiques et la méthode au coefficient de réaction // *Bulletin de Ponts et Chaussées*, septembre, octobre 2001, pp. 35–55, ref 3408. URL: http://www.geotech-fr.org/sites/default/files/revues/blpc/BLPC_20234_20pp_2035-55_20Delatre.pdf.

70. Handbook Quay Walls. CUR-Publication 211E / Center for Civil Engineering research and Codes (CUR). Leiden: Taylor & Francis, 2005. pp. 280–284.

71. IStructE, ICE, IABS. Retaining walls // *Soil-structure interaction: The real behaviour of structures*. London: Institution of Structural Engineers, 1989. pp. 70–81.

72. Mazurkiewicz B. K. Sheet pile walls for harbours and waterways // *Geotechnical Engineering Handbook*, Vol. 3. 2003, pp. 451–510.

73. Potts D. M. Numerical analysis: a virtual dream or practical reality? // *The 42nd Rankine Lecture, Géotechnique 53*, No. 6, 2003, pp. 535–573. URL: [http://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/lms/filemanager/uploadedfiles/1841/handout/8769/Potts\(2003\).pdf](http://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/lms/filemanager/uploadedfiles/1841/handout/8769/Potts(2003).pdf).

74. ROM Working group. ROM 0.5–05. Geotechnical recommendations for the design of maritime and harbour works. Madrid: Puertos del Estado, 2008. P. 233–235, 311–313.

75. Tschebotarioff G. P. Foundations, Retaining and Earth Structures: The Art of Design and Construction and Its Scientific Basis in Soil Mechanics, 2nd Edition, N.Y.: McGraw-Hill, 1973. P. 556–557.

76. Tsinker G. P. Handbook of Port and Harbor Engineering: Geotechnical and Structural Aspects. N.Y.: Chapman & Hall, 1997. P. 366–368, 853–864.

ОБ УЧЕТЕ ТРЕНИЯ ГРУНТА О СТЕНКУ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОТПОРА ПЕРЕД ЭКРАНИРУЮЩИМИ СТЕНКАМИ БОЛЬВЕРКОВ



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

Gutkin J. M. offers the method of resistance test in front of shielding walls of anchored sheet pile bulkheads taking into account the soil friction on these walls for various geometric construction layouts in the article. There are computation results made by the suggested method.

В [1] обозначен принципиальный подход к оценке отпора грунта перед экранирующими стенками больверков и даны решения для случая однородного грунта основания без учета сил трения грунта о стенку. В настоящей статье представляются соответствующие решения с учетом этих сил, предлагаемые в качестве альтернативы рекомендациям нормативного документа [2] в отношении определения отпора перед экраном. Как отмечалось в [3], рекомендации [2] ведут к необоснованному и весьма существенному завышению отпора межстенного грунтового массива.

Так же, как в [1], рассматриваются три возможные геометрические схемы больверков с одной экранирующей стенкой — с одинаковым заглублением обеих стенок в грунт основания, с незначительным и значительным заглублением экранирующей стенки относительно лицевой (рис. 1). Под незначительным по-прежнему понимается такое заглубление, при котором угол наклона плоскости, соединяющей нижние концы стенок, к вертикали θ будет превышать угол выпора ψ . Угол указанной плоскости к вертикали, меньший угла выпора, будет признаком значительности заглубления экранирующей стенки относительно лицевой.

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

По-прежнему [1] полагается, что верхняя граница учитываемого отпора (а значит, и сопротивляющегося сдвигу грунтового массива) находится на уровне дна акватории.

Предельный отпор прямоугольного грунтового массива для первой геометрической схемы сооружения (рис. 1, а)

определяется его сопротивлением плоскому сдвигу по горизонтальной плоскости, проходящей через нижние концы обеих стенок. При этой геометрической схеме нет оснований для учета сил трения грунта основания о стенку — при сдвиге межстенного грунтового массива по горизонтальной плоскости отсутствуют его вертикальные перемещения, при наличии которых только и возможно проявление сил трения. Поэтому искомый отпор, как и в [1], определяется из выражения (1).

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

Здесь q — интенсивность пригрузки отпорного грунтового массива, γ — удельный вес грунта основания, t — заглубление стенок относительно дна, b — расчетная ширина отпорного массива (расстояние между осью лицевой стенки и экранирующей плоскостью), φ — угол внутреннего трения грунта основания. При учете силосного эффекта при определении пригрузки q в качестве удельного веса грунта основания должно приниматься его приведенное значение $\gamma_{прив}$ (см. [1] — прим. автора).

Правила построения эпюры отпора в пределах отпорной зоны для первой геометрической схемы сооружения те же, что и в [1].

Будем считать, что предельный отпор трапециевидного грунтового массива для **второй геометрической схемы сооружения** (рис. 1, б) определяется его сопротивлением сдвигу по наклонной плоскости, проходящей через нижние концы обеих стенок.

Оговорка «будем считать» требует некоторого разъяснения. Современная практика проектирования подпорных стен для определения пассивного давления на заглубленную их часть использует решения В. В. Соколовского и С. С. Голушевича, полученные в предположении криволинейности подошвы призмы выпора [4, 5]. Эти решения дают более обо-

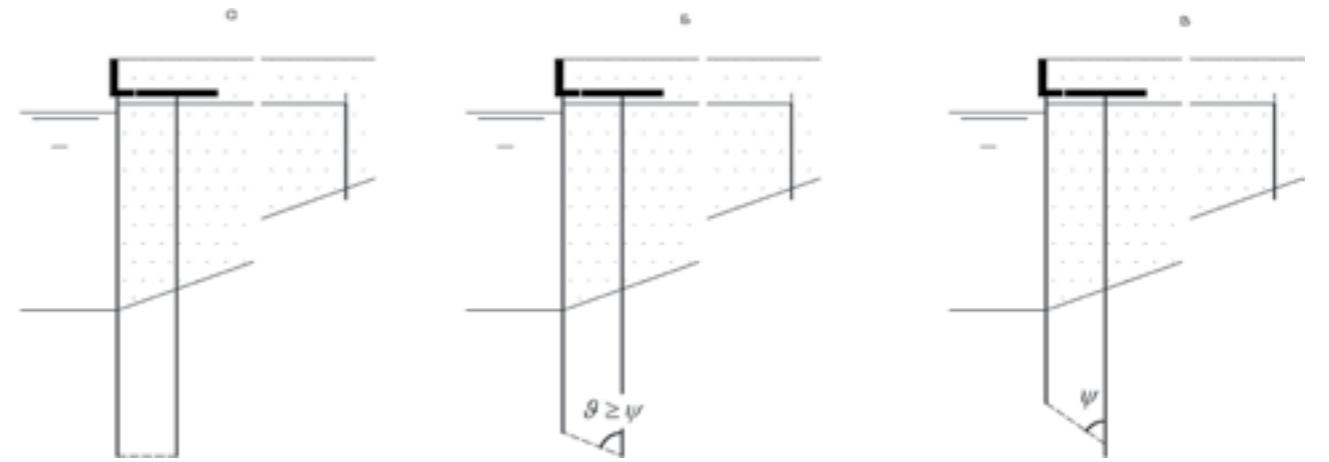


Рис. 1. Геометрические схемы экранированных больверков

снованные величины отпора по сравнению с кулоновским предположением о плоском сдвиге при выпоре, которое при значительных углах трения грунта о стенку ведет к существенному преувеличению отпора. Принятие плоской поверхности сдвига для межстенного массива грунта как будто противоречит сложившемуся канону. Однако ограниченность ширины рассматриваемого трапециевидного грунтового массива позволяет с большой долей уверенности предполагать, что принятое допущение не слишком повлияет на суммарную величину отпора перед сооружением в целом, включая отпор перед лицевой стенкой. Ниже в примерах расчета будет показана справедливость этого предположения.

С учетом наличия вертикальной составляющей смещения отпорного массива на него со стороны стенки будут действовать силы трения, прижимающие его к плоскости сдвига. Величина суммарного отпора может быть определена из условия (2) равновесия всех сил, действующих на сдвигаемый массив (рис. 2).

$$E_p \sin \theta = N \cos \theta + N \sin \theta \cdot \text{tg} \varphi + E_p \cos \theta \cdot \text{tg} \varphi + E_p \text{tg} \delta \cdot \cos \theta + E_p \text{tg} \delta \cdot \sin \theta \cdot \text{tg} \varphi, \quad (2)$$

$$E_p = N \frac{\cos \theta + \sin \theta \cdot \text{tg} \varphi}{\sin \theta \cdot \cos \theta \cdot \text{tg} \varphi - \text{tg} \delta \cdot \cos \theta - \text{tg} \delta \cdot \sin \theta \cdot \text{tg} \varphi} = N \frac{1 + \text{tg} \theta \cdot \text{tg} \varphi}{(1 - \text{tg} \delta \cdot \text{tg} \varphi) \text{tg} \theta - (\text{tg} \varphi + \text{tg} \delta)}. \quad (3)$$

В этих выражениях N — вес сдвигаемого грунтового массива с учетом пригрузки, θ — угол между плоскостями сдвига и экранирующей стенки, δ — угол трения грунта по стенке.

Ключевым для второй геометрической схемы является вопрос распределения отпора по высоте отпорного массива.

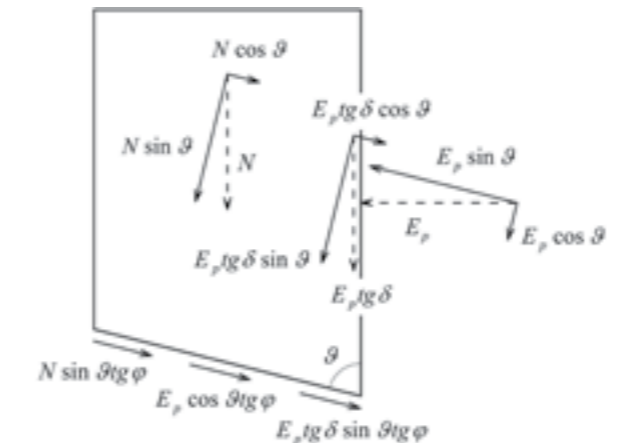


Рис. 2. Силы, действующие на трапециевидальный грунтовый массив при его сдвиге по наклонной плоскости

Для решения этой задачи разделим по высоте отпорный трапециевидальный грунтовый массив на две части — верхнюю прямоугольную, с нижней границей на уровне низа лицевой стенки, и нижнюю треугольную.

Будем по-прежнему считать, что отпор верхней части массива определяется его устойчивостью на сдвиг по горизонтальной плоскости. С учетом сил трения, увеличивающих эту устойчивость, отпор верхней части массива (рис. 3, а) может быть определен из условия равновесия (4).

$$E_p^{верх} = (N^{верх} + E_p^{верх} \text{tg} \delta) \text{tg} \varphi, \quad (4)$$

$$E_p^{верх} = N^{верх} \frac{\text{tg} \varphi}{1 - \text{tg} \delta \cdot \text{tg} \varphi} = (q + \gamma_{прив} t) b \frac{\text{tg} \varphi}{1 - \text{tg} \delta \cdot \text{tg} \varphi}. \quad (5)$$

Соответственно интенсивность составляющей отпора этой части массива от веса грунта составит

$$e_p^y = \gamma_{прив} b \frac{\text{tg} \varphi}{1 - \text{tg} \delta \cdot \text{tg} \varphi}. \quad (6)$$

Интенсивность составляющей отпора от пригрузки q , действующей в верхней зоне этой же части массива, может быть вычислена по формуле $e_p^q = q \lambda_p$, где λ_p — коэффициент отпора, принимаемый с учетом трения грунта о стенку. Зона действия этой составляющей отпора z (рис. 3, б) определится из равенства

$$qb \frac{\text{tg} \varphi}{1 - \text{tg} \delta \cdot \text{tg} \varphi} = q \lambda_p z. \quad (7)$$

$$z = \frac{b \cdot \text{tg} \varphi}{\lambda_p (1 - \text{tg} \delta \cdot \text{tg} \varphi)}. \quad (8)$$

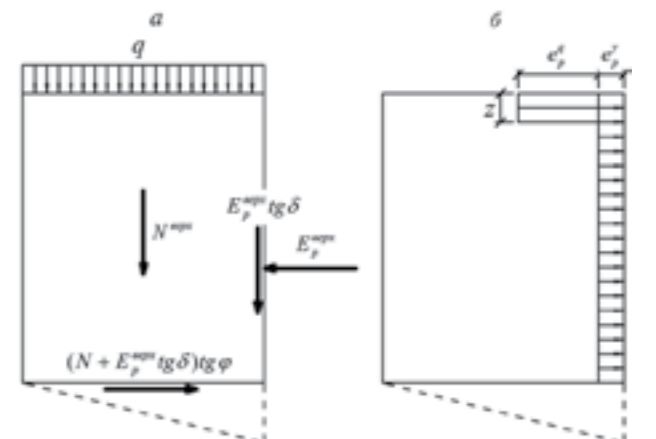


Рис. 3. Силы, действующие на верхнюю (прямоугольную) часть трапециевидального грунтового массива при его сдвиге по наклонной плоскости (а), и вид эпюры отпора в пределах этой части (б)

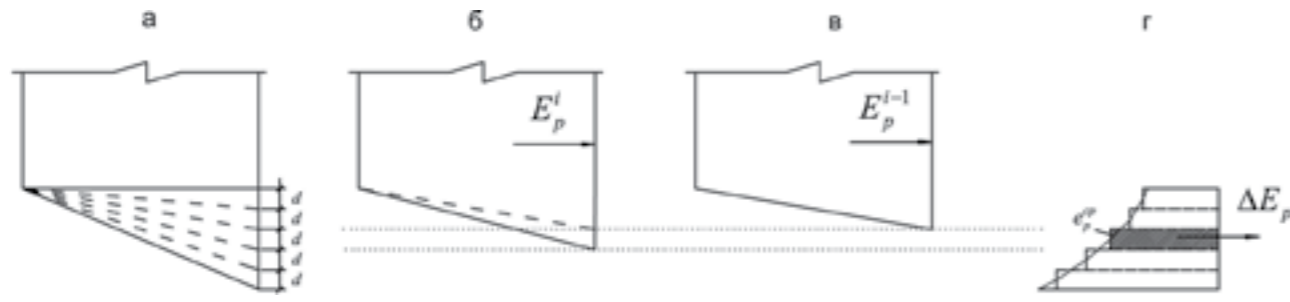


Рис. 4. Схемы к определению интенсивности отпора нижней части трапецидального грунтового массива:

а — расчетные отсеки нижней части массива; б–в — смежные промежуточные массивы; г — ступенчатый вид отпора нижней части массива

Так как $e_p^q z = const$, значение коэффициента отпора здесь может приниматься как по В. В. Соколовскому и С. С. Голушкевичу, так и по Кулону, без ущерба для точности последующего статического расчета конструкции ввиду незначительности зоны действия e_p^q .

Отпор нижней части массива может быть представлен как разница между отпором всего массива, определяемого по формуле (3), и отпором верхней части массива, расположенной выше уровня погружения лицевой стенки.

$$E_p^{нижн} = E_p - E_p^{верх} \quad (9)$$

При определении веса всего грунтового массива N для его верхней части принимается приведенное значение удельного веса грунта $\gamma_{прив}$, а для нижней — исходное.

Попытка выхода на аналитическое решение для интенсивности отпора в пределах нижней зоны путем дифференцирования выражения (9) — при его развертывании с учетом (3) и (5) — приводит к чрезвычайно громоздкому выражению, неудобному для практического пользования. Эта задача может быть решена достаточно просто и с необходимой степенью точности следующим образом.

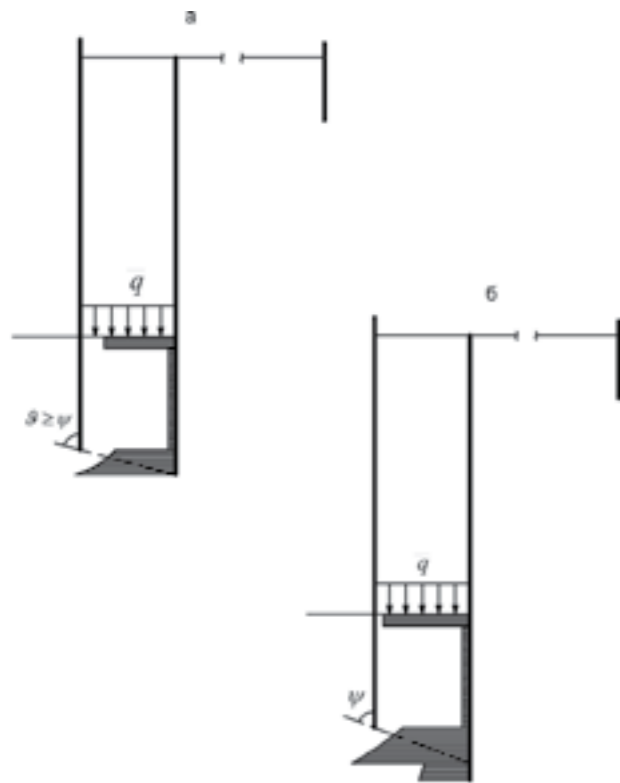


Рис. 5. Общий вид эпюр отпора перед экранирующей стенкой для второй (а) и третьей (б) геометрических схем bulkверков

Разобьем нижнюю (треугольную) зону отпорного массива грунта на несколько треугольных же отсеков так, как это показано на рис. 4. Линии границ между этими отсеками можно рассматривать в качестве подошв условных промежуточных отпорных трапецидальных массивов. Для каждого из этих промежуточных массивов по формуле (3) определяется соответствующий отпор. Разность отпоров смежных промежуточных массивов даст изменение общего отпора всего массива в целом ΔE_p . Отнеся это изменение к изменению высотного положения нижних точек смежных массивов d , получаем осредненное (в пределах рассматриваемых отсеков) значение интенсивности отпора $e_p^{sp} = \Delta E_p / d$. При этом расчетная эпюра отпора в рассматриваемой зоне будет иметь ступенчатый вид. Характер этой ступенчатости будет зависеть от степени дробления исходной треугольной части отпорного массива грунта. При необходимости выхода на достаточно точные (в рамках предлагаемой методики расчета) значения интенсивности отпора на границах нижней зоны исходного трапецидального массива достаточно минимизировать вблизи этих границ параметр d до величины, например, 0,01 м.

Общий вид эпюры отпора, определенного с учетом трения грунта об экранирующую стенку, представлен на рис. 5, а. Принципиально он не отличается от рассмотренного в [1] случае с отсутствием этого трения. В уровне низа лицевого шпунта отмечается резкий скачок интенсивности отпора, связанный с началом зоны «отложенного» отпора, определяемого сдвигом отпорного массива по наклонной плоскости.

При третьей геометрической схеме сооружения (рис. 1, в) зона реализации «отложенного» отпора снизу ограничивается уровнем пересечения плоскости выпора, проходящей через низ лицевой стенки, с экранирующей плоскостью тыловой стенки, т. е. на уровне, соответствующем $\Delta t = b / \text{tg} \psi$, где ψ — угол выпора.

Ниже этого уровня для экранирующей стенки начинается зона классического отпора. Интенсивность отпора в пределах этой зоны составляет $e_p = \gamma h \lambda_p$, где h — расстояние от дна акватории до расчетного уровня. Отметим, что в этой зоне уже не сказывается влияние пригрузки отпорного массива экранирующей стенки — оно исчерпано в предыдущей зоне (зоне «отложенного» отпора). В связи с этим на границе этих двух зон происходит обратный (в сторону понижения) скачок интенсивности отпора (рис. 5, б).

Необходимо особо отметить, что угол выпора ψ при учете трения грунта о стенку отличается от привычного классического $(45 + \varphi / 2)$, справедливого лишь для случая $\delta = 0$. Поскольку в нормативных документах отсутствуют указания по нахождению этого угла, покажем способ его определения на примере треугольной призмы выпора, ограниченной сверху

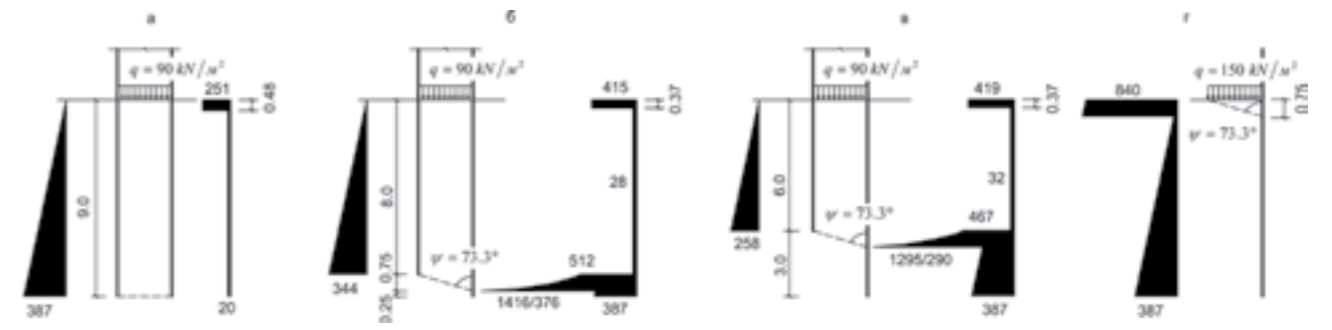


Рис. 6. Эпюры отпора для лицевых и экранирующих стен bulkверка:

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

горизонтальной поверхностью. Условие ее устойчивости на сдвиг по наклонной плоскости аналогично приведенному выше уравнению (2), из которого вытекает формула (3) для определения суммарного пассивного давления со стороны этой призмы. Если в этой формуле заменить фиксированный угол θ искомым ψ и иметь в виду, что собственный вес грунта призмы выпора составляет $N = 0,5 \gamma h^2 \text{tg} \psi$ (здесь h — заглубление призмы выпора относительно горизонтальной плоскости), то получим выражение для определения отпора

$$E_p = 0,5 \gamma h^2 \text{tg} \psi \frac{1 + \text{tg} \psi \cdot \text{tg} \varphi}{(1 - \text{tg} \delta \cdot \text{tg} \varphi) \text{tg} \psi - (\text{tg} \varphi + \text{tg} \delta)} = 0,5 \gamma h^2 \frac{1 + \text{tg} \psi \cdot \text{tg} \varphi}{(1 - \text{tg} \delta \cdot \text{tg} \varphi) \cdot \frac{\text{tg} \varphi + \text{tg} \delta}{\text{tg} \psi}} \quad (10)$$

Дифференцируя это выражение по $\text{tg} \psi$ и приравнявая полученное выражение нулю, получаем уравнение, решение которого соответствует минимуму дифференцируемой функции, т. е. отпору. Решение это выглядит следующим образом

$$\text{tg} \psi = \frac{1}{1 - \text{tg} \delta \cdot \text{tg} \varphi} \left[(\text{tg} \varphi + \text{tg} \delta) + \sqrt{(1 + \text{tg}^2 \varphi) \left(1 + \frac{\text{tg} \delta}{\text{tg} \varphi}\right)} \right] \quad (11)$$

В частном случае при $\delta = 0$ путем несложных преобразований выражение (11) приводится к $\text{tg} \psi = \text{tg}(45 + \varphi / 2)$, что соответствует классическому углу выпора $\psi = 45 + \varphi / 2$.

В табл. 1 приведены значения $\text{tg} \psi$, вычисленные для различных сочетаний φ и δ и соответствующие величины ψ .

Производная от выражения (10) по h дает формулу для интенсивности отпора

$$e_p = \gamma h \frac{1 + \text{tg} \psi \cdot \text{tg} \varphi}{(1 - \text{tg} \delta \cdot \text{tg} \varphi) - \frac{\text{tg} \varphi + \text{tg} \delta}{\text{tg} \psi}} = \gamma h \lambda_p \quad (12)$$

φ°	$\text{tg} \psi$				ψ°			
	$\delta = 0$	$\delta = 0,333\varphi$	$\delta = 0,75\varphi$	$\delta = \varphi^*$	$\delta = 0$	$\delta = 0,333\varphi$	$\delta = 0,75\varphi$	$\delta = \varphi$
5	1,091	1,279	1,489	1,607	47,5	52,0	56,1	58,1
10	1,192	1,421	1,689	1,845	50,0	54,9	59,4	61,5
15	1,303	1,585	1,937	2,162	52,5	57,8	62,7	65,2
20	1,428	1,780	2,254	2,575	55,0	60,7	66,1	68,8
25	1,570	2,015	2,681	3,183	57,5	63,6	69,5	72,6
30	1,732	2,308	3,292	4,178	60,0	66,6	73,1	76,5
35	1,921	2,684	4,257	4,913	62,5	69,6	76,8	78,5
40	2,145	3,189	6,038	6,038	65,0	72,6	80,6	80,6

*Для $\varphi \geq 30^\circ$ принималось $\delta = 30^\circ$.

Табл. 1

Как видно, дробная часть выражения (12) представляет собой коэффициент отпора с учетом трения грунта о стенку.

Для контроля проведем сопоставление вычисленных таким образом величин коэффициентов отпора (табл. 2) с данными, приводимыми в технической литературе.

Следует отметить хорошую сходимость результатов, полученных по предложенным в настоящей работе решениям, с данными, используемыми в многолетней инженерной практике. Для небольших углов трения грунта о стенку δ во всем диапазоне углов внутреннего трения грунта φ , а также во всем диапазоне δ при $\varphi \leq 30^\circ$ эту сходимость можно считать полной. Оставляя пока в стороне анализ возможных причин расхождения сопоставляемых величин в некоторой весьма ограниченной зоне соотношений φ и δ , будем считать апробацию полученного решения для определения углов выпора ψ успешной*.

Нетрудно показать, что это решение, полученное для классической треугольной призмы выпора, можно распространить и на рассматриваемый в статье трапецидальный межстенной грунтовой массив.

В качестве иллюстрации к предложениям настоящей статьи в табл. 3 и на рис. 6 приводятся результаты расчетов по определению отпора перед экранирующими стенками bulkверков для трех схем сооружений.

Исходные данные, принятые в расчетах:

- расчетное расстояние между стенками 2,5 м;
- заглубление экранирующей стенки ниже дна акватории одинаково для всех схем и равно 9 м;

*Отметим все же, что несопадающие величины коэффициентов отпора, будучи определены по формулам п.13.36 [5], заметно расходятся с приведенными в табл. 21 этого же источника, но ближе к получаемым по решениям настоящей статьи.

φ°	Коэффициенты отпора λ _p по Кулону					
	По формуле (12)			По таблице 21 [5]		
	δ=0	δ=0,333φ	δ=0,75φ	δ=0	δ=0,333φ	δ=0,75φ
10	1,42	1,52	1,63	1,42	1,52	1,63
15	1,69	1,89	2,15	1,69	1,92	2,15
20	2,04	2,40	2,93	2,04	2,40	2,93
25	2,46	3,09	4,16	2,46	3,09	4,16
30	3,00	4,08	6,31	3,00	4,08	6,00
35	3,69	5,56	10,63	3,69	5,56	8,60
40	4,60	7,93	21,60	4,60	7,92	12,18

Табл. 2

- заглубление экранирующей стенки относительно лицевой составляет 0, 1 и 3 м для схем 1, 2 и 3 соответственно;
- пригрузка отпорного массива $\sigma_y^{cul} = 90 \text{ kN/m}^2$ (9 т/м²);
- угол внутреннего трения грунта основания $\varphi = 26^\circ$;
- угол трения грунта об экранирующую стенку $\delta = \varphi = 26^\circ$;
- удельный вес грунта основания 1 т/м³;
- величины приведенных удельных весов грунта основания составляют 1,67; 1,75 и 2,00 т/м³ для схем 1, 2 и 3 соответственно.

Принятым величинам $\delta = \varphi = 26^\circ$ соответствует величина $tg\psi = 3,343$, определенная по (11), и угол выпора $\psi = 73,3^\circ$.

Анализ характера эпюр отпора перед экранирующими стенками, представленных на рис. 6, позволяет в общем случае (так же, как и в случае нулевого трения грунта о стенку [1]) четко выделить три характерные зоны реализации этого отпора.

Верхняя зона, соответствующая глубине погружения лицевой стенки. В пределах этой зоны интенсивность отпора, за исключением незначительного верхнего участка, крайне невелика. Интенсивность отпора в этой зоне несколько увеличивается при заглублении экранирующей стенки относительно лицевой по сравнению со случаем одинакового заглубления обеих стенок. Объясняется это возникновением сил трения грунта о стенку в пределах всей высоты трапецидального межстенного грунтового массива.

Средняя зона (расположенная ниже подошвы лицевой стенки и размер которой определяется величиной угла вы-

пора и расстоянием между стенами) выделяется даже при незначительном заглублении экранирующей стенки относительно лицевой. В пределах этой зоны полностью реализуется составляющая суммарного отпора от пригрузки трапецидального межстенного грунтового массива.

В пределах **нижней зоны** отпорные силы, определяемые сопротивлением сдвигу общей призмы выпора, вычисляются каноническим способом. Интенсивность этих сил значительно меньше, чем в средней зоне.

Для контроля в строке 5 табл. 3 приведена величина отпора перед одиночной стенкой с частично пригруженным основанием перед ней. Соответствующая эпюра этого отпора показана на рис. 6, г. Зона пригрузки и заглубление стенки соответствуют таковым для экранирующей стенки в рассмотренных примерах расчета. Величина пригрузки принималась равной 150 кН/м² (15 т/м²), что соответствует фактическому весу части межстенного грунтового массива выше уровня дна — без учета силосного эффекта, учитывавшегося при расчетах сооружений по схемам 1–3*. Коэффициент пассивного давления от веса грунта отпорной призмы принимался равным $\lambda_p = 4,30$ (по [5]). Для определения составляющей отпора от частичной пригрузки основания использовалось значение коэффициента отпора $\lambda_p = 5,60$, определенное по формуле (12).

* Пользуясь случаем, обращаем внимание на погрешность, к сожалению, вкраившуюся на рис. 8, г [1]. Интенсивность отпора в уровне дна от исходной пригрузки составляет не 230 МПа, а 384 МПа.

№№ п/п	Параметр	Схемы сооружения		
		1 Одинаковое заглубление стенок	2 Подошва лицевой стенки на 1 м выше нижнего конца экранирующей	3 Подошва лицевой стенки на 3 м выше нижнего конца экранирующей
1	Составляющие суммарного отпора перед экранирующей стенкой: · верхняя зона · средняя зона · нижняя зона	293 — —	368 612 94	336 560 762
2	Суммарный отпор перед экранирующей стенкой, кН	293	1074	1658
3	Суммарный отпор перед лицевой стенкой, кН	1742	1376	774
4	Общий отпор перед обеими стенками, кН	2035	2450	2432
5	Базовый отпор классической призмы выпора с частичной пригрузкой, кН	2372		

Табл. 3

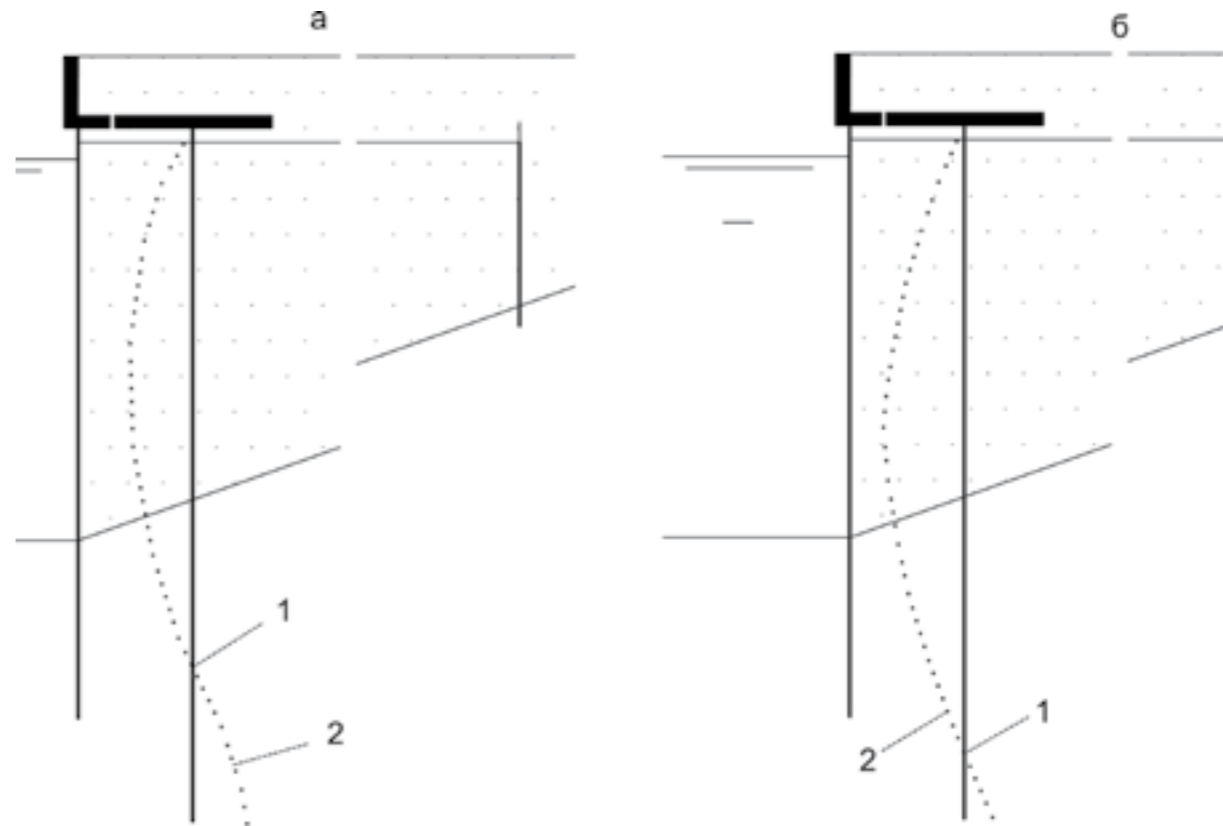


Рис. 7. Характерные положения «нулевой» точки изогнутой оси экранирующей стенки:

1 — «нулевая» точка; 2 — изогнутая ось стенки

Отпор перед одиночной стенкой по величине практически совпадает с суммарным отпором обеих стенок в схемах 2 и 3, что может служить подтверждением обоснованности предложенных решений. Некоторое превышение суммарного отпора перед экранированными больверками по этим схемам над отпором перед одиночной стенкой можно объяснить тем, что составляющая этого отпора от веса грунта в пределах верхней и нижней зон перед экраном определялась, исходя из гипотезы Кулона о плоской поверхности сдвига. Как известно, эта гипотеза ведет к завышению отпора. Однако величина этого превышения настолько незначительна (не более 3%), что подтверждает допустимость использованного приема.

В заключение необходимо обратить внимание на следующее. Вопрос необходимости учета трения грунта об экранирующую стенку при определении отпора перед ней (для второй и третьей геометрических схем сооружения) должен решаться, исходя из положения «нулевой» точки изогнутой оси стенки — точки с ее нулевой деформацией (рис. 7). Этой точке соответствует уровень перехода от прямого отпора к обратному, соответствующему зоне смещения нижнего конца стенки в тыловую зону сооружения.

При размещении указанной «нулевой» точки в пределах верхней (прямоугольной) части отпорного массива (рис. 7, а) учет указанного трения ничем не оправдан в связи с отсутствием вертикального смещения сдвигаемого массива. В этих случаях для определения отпора следует пользоваться решениями, приведенными в [1] для первой геометрической схемы сооружения.

При попадании «нулевой» точки в зону, расположенную ниже подошвы лицевой стенки (рис. 7, б), отпор определяется с учетом трения грунта о стенку.

Положение «нулевой» точки может быть определено только из статического расчета конструкции, результат которого, в свою очередь, зависит от эпюры пассивного давления со стороны межстенного грунтового массива, определяемой искомым положением «нулевой» точки. В связи с этим возможны ситуации, при которых потребуются дополнительные приближения при выполнении расчета конструкции.

Техника выполнения этих приближений, по-видимому, заслуживает отдельного рассмотрения. Здесь лишь отметим, что логичным представляется для первого приближения пользоваться решениями, предполагающими отсутствие трения грунта о стенку. В этом случае (соответствующем минимально возможному отпору) попадание «нулевой» точки в уровень выше подошвы лицевой стенки сразу исключает необходимость в дополнительных расчетах — повышенный отпор при учете трения грунта о стенку тем более подтвердит положение нулевой точки в указанной зоне.

Литература.

1. Гуткин Ю. М. Об определении отпора перед экранирующими стенками больверков // Гидротехника. 2012. № 4.
2. Указания по проектированию больверков с учетом перемещений и деформаций элементов. РТМ 31. 3016-78.
3. Гуткин Ю. М. Проблемы расчета экранированных больверков // Гидротехника. 2012. № 3.
4. СНиП 2.06.07-87. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения.
5. Руководство по проектированию морских причальных сооружений. РД 31.31.27-81.

Запланируйте в Вашем деловом календаре!

ДВЕНАДЦАТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ



НЕВА



ПО СУДОСТРОЕНИЮ, СУДОХОДСТВУ, ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОРТОВ И ОСВОЕНИЮ ОКЕАНА И ШЕЛЬФА

24-27 СЕНТЯБРЯ 2013 ■ РОССИЯ ■ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



Россия 199106, Санкт-Петербург, Большой пр. В. О., 103 • телефон +7 812 321 2676, 321 2817, факс 321 2677 • ttn@peterlink.ru
International Enquiries Dolphin Exhibitions Ltd., UK • phone +44 1449 741801 • fax +44 1449 741628 • info@dolphin-exhibitions.co.uk

THE POWER OF RUSSIAN SHIPPING
AND MARITIME INDUSTRY

www.transtec-neva.ru

3.

57-79

**СТРОИТЕЛЬСТВО,
ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГТС**

ОГНЕЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ МОРСКИХ ПОРТОВ



Маркович Р. А.,
главный специалист
ОАО «ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ»

The article is devoted to fire-retardant coatings of building structures. The author describes requirements to fire protection system of structures operating in aggressive medium; he shows types and evaluation criteria of the coatings reliability and selection parameters in relation to various constructions. The article also talks about requirements to the permission documentation for the fire-retardant coatings.

Основными объектами огнезащиты являются несущие конструкции зданий и сооружений морских портов и перегрузочных комплексов. Особенно это важно для комплексов перегрузки навалочных и наливных взрывопожароопасных грузов. При этом необходимо учитывать, что в коррозионно-агрессивных условиях морского климата огнезащита должна одновременно выполнять функции противокоррозионной защиты. Это положение также относится к металлоконструкциям неотапливаемых и отапливаемых зданий и сооружений, в атмосфере которых присутствуют пыль и взвеси перегружаемых насыпных грузов. К таким грузам относятся:

- твердые горючие вещества, образующие взрывоопасную пыль с нижним концентрационным пределом воспламенения (НКПВ) до 65г/м³ (уголь, сера комовая и гранулированная, серная руда, сернистый колчедан, карбамид, зерновые и бобовые культуры, сахар-сырец и др.);
- нефть и нефтепродукты, химические наливные грузы, сжиженные газы;
- пищевые и алкоголь содержащие наливные грузы.

Способ огнезащиты	Преимущества	Недостатки	Рекомендуемая область применения
Конструктивная огнезащита			
Обетонирование, облицовка из кирпича	- Относительно низкая стоимость материалов - Устойчивость к атмосферным воздействиям - Обеспечиваемые пределы огнестойкости до 150 мин.	- Большая масса (дополнительная нагрузка на защищаемые конструкции и фундамент) - Необходимость применения арматуры - Большая трудоемкость работ - Сложность в изготовлении и ремонте	При необходимости обеспечения высоких требуемых пределов огнестойкости конструктивной огнезащитой
Листовые и плитные облицовки и экраны	- Ремонтопригодность - Не зависит от состояния ранее нанесенных лакокрасочных покрытий - Обеспечиваемые пределы огнестойкости до 150 мин.	- Невысокая механическая прочность - Многослойность для достижения высоких пределов огнестойкости - Неприменимость в помещениях с повышенной влажностью - Необходимость применения крепежных элементов - Большая масса	При необходимости обеспечения высоких требуемых пределов огнестойкости конструктивной огнезащитой в помещениях с нормальной влажностью (не более 60%)
Штукатурки	- Возможность эксплуатации в атмосферных условиях (кроме смесей на жидком стекле, извести и гипсе) - Обеспечиваемые пределы огнестойкости до 150 мин.	- Большая масса штукатурок - Низкая вибростойкость покрытия при больших толщинах слоев - Необходимость применения стальной сетки и анкеров - Большая трудоемкость работ, особенно для огнезащиты конструкций сложной конфигурации (фермы, связи и т. д.) - Сложность восстановления и ремонта - Малая конструктивная прочность (для смесей на извести и гипсе)	При необходимости обеспечить высокий предел огнестойкости (выше 60 мин.) конструкций в случае повышенной влажности (кроме смесей на извести и гипсе)
Огнезащитные краски			
Огнезащитные составы терморасширяющегося типа	- Относительно низкая трудоемкость нанесения - Малая толщина и вес покрытия - Ремонтопригодность - Вибростойкость - Хорошие декоративные качества большинства огнезащитных красок - Применение для огнезащиты металлических конструкций любой сложности - Высокий срок эксплуатации при соблюдении требований ТУ	Обеспечиваемые пределы огнестойкости в основном до 120 мин. (для составов, сертифицированных в настоящее время)	Для огнезащиты металлических конструкций любой конфигурации, к которым предъявляется требование предела огнестойкости до 150 мин.

Табл. 1. Рекомендуемые области применения способов огнезащиты металлических конструкций с учетом их особенностей

Выбор способа огнезащиты производится в соответствии с типом горения, требуемым пределом огнестойкости конструкций, с учетом конструктивных особенностей и условий эксплуатации. Рекомендуемые области применения различных способов огнезащиты металлических конструкций представлены в табл. 1.

В данной статье подробнее рассматривается такой метод огнезащиты конструкций, как использование тонкослойных материалов терморасширяющегося типа, — это вспучивающиеся огнезащитные краски, которые визуально ничем не отличаются от обычных красок. Принцип действия подобных покрытий заключается в том, что под действием сильного нагревания при пожаре слой материала вспенивается, увеличиваясь по толщине до 40 раз. Полученная пена не горит и имеет низкую теплопроводность, что многократно снижает скорость нагревания несущих элементов. Огнезащитное покрытие металлоконструкций терморасширяющимся составом дает возможность увеличить предел огнестойкости конструкции до 120–180 мин. в зависимости от типа горения (рис. 1).



Рис. 1. Огнезащитное покрытие, вспученное под действием высокой температуры

Существуют два типа горения защищаемых конструкций в зависимости от переваливаемых грузов:

- Целлюлозное — такой тип огня дают обычно материалы на основе целлюлозы, такие как дерево, бумага и др.
- Угледородное — этот тип горения характерен для нефти и нефтепродуктов, сжиженного газа.

Опасность целлюлозного горения по критерию температуры и скорости роста нагрева ниже по сравнению с угледородным горением. Однако целлюлозное горение также опасно как для жизни, так и для имущества.

Огнезащитные покрытия по условиям эксплуатации в нашей стране можно разделить на 3 группы:

1) **Однокомпонентные покрытия на водной основе и органической основе** применяются для повышения предела огнестойкости несущих стальных конструкций, сооружений промышленного и гражданского строительства до 120 мин. (для целлюлозного горения). Эксплуатация покрытий внутри помещений с неагрессивной средой, не подвергающихся прямому воздействию воды, и относительной влажностью воздуха более 80%. При эксплуатации огнезащитного покрытия в условиях повышенной влажности (свыше 80%), перепада температур, при воздействии промышленных, химически агрессивных сред на поверхность огнезащитного покрытия необходимо наносить защитный слой (защитное покрытие). Этот тип покрытий отвечает высоким декоративным требованиям.

2) **Однокомпонентные покрытия на органической основе** применяются для повышения предела огнестойкости несущих стальных конструкций, сооружений промышленного и гражданского строительства до 120 мин. (для целлюлозного горения) в открытой атмосфере умеренного климата до -40 °С. Нанесение финишных покрытий, стойких к воздействию влаги и ультрафиолета, обязательно.

При использовании огнезащитных материалов на органической основе нанесение и сушка должны вестись при строгом контроле климатических условий. При относительной влажности выше 80% должны быть приняты специальные меры для защиты от климатических воздействий, при которых происходит разрушение покрытия.

3) **Покрытия на эпоксидной основе** защищают как от целлюлозного, так и от угледородного огня. Эти покрытия применимы для объектов, эксплуатирующихся в агрессивных коррозионных условиях, обладают отличной коррозионной стойкостью и также высоким сроком службы.

Характеристики эпоксидных материалов:

- Доля нелетучих веществ — 100 %, толщина мокрого слоя равна толщине сухого слоя.
- Непродолжительное время нанесения и сушки.

Свойства эпоксидных покрытий:

- высокая механическая стойкость, ударопрочность и износоустойчивость;
- возможно заводское нанесение покрытий;
- нанесение покрытия не изменяет форму металлоконструкций, так как является тонкослойным и хорошо защищает ажурные конструкции.
- не значительно увеличивает статическую нагрузку на конструкции;
- для эксплуатации в атмосфере с коррозионной агрессивностью С5-М срок службы покрытий «длительный» (более 15 лет);

— испытаны и допущены в Российской Федерации для групп огнезащитной эффективности: 5 (45 мин.), 4 (60 мин.), 3 (90 мин.) 2 (120 мин.) и 1 (150 мин.).

Огнезащитные эпоксидные составы гарантировано повышают уровень огнезащиты металлоконструкций до заданного времени, испытаны на воздействие угледородного горения в различных климатических условиях, в том числе в условиях арктического морского климата.

При выборе огнезащитного состава для нефтегазохимических объектов необходимо учитывать **следующие критерии:**

- огнезащитное покрытие должно быть протестировано и иметь сертификаты на устойчивость к воздействию угледородного огня;
- огнезащитное покрытие должно быть протестировано на устойчивость к взрыву;
- система огнезащитного покрытия должна иметь заключение по климатическим испытаниям на срок службы не менее 25 лет;
- срок службы грунта до перекрытия огнезащитными составами должен быть не менее 1,5 лет для транспортировки до объекта и монтажа (общепринятые грунты, например, ГФ-021, имеют срок службы до перекрытия не более 0,5 года);
- грунт и финиш должны быть одного производителя для соблюдения гарантийных обязательств;
- атмосферостойкий финиш должен колероваться по системе RAL для соблюдения карты корпоративных цветов и быть полуглянцевым или глянцевым для придания декоративных свойств.



Рис. 2. Пример разрушений огнезащитного покрытия в коррозионноактивной среде

Обязательными разрешительными документами для огнезащитного материала являются:

- Российский сертификат пожарной безопасности;
- Заключение по результатам ускоренных климатических испытаний системы огнезащитного покрытия;
- Сертификат соответствия качества продукции;
- Гигиенический сертификат;
- Паспорт качества производителя;
- Техническая документация и регламент на применение;
- Сертификаты по огнезащите для стальных конструкций и переборок таких ведущих организаций, как: Lloyd's Register, Det Norske Veritas, The American Bureau of Shipping (для углеводородного горения).

Огнезащитное покрытие не должно иметь дефектов и разрушений (характерные дефекты покрытия на органической основе в приморском климате показаны на рис. 2).

Помимо риска возгорания углеводородов, причиной возникновения критических сценариев может послужить переработка СПГ и смешанного хладагента. В случаях, если требуется защитить эпоксидный состав от охрупчивания в зонах криогенного воздействия, следует использовать специальные покрытия, которые испытаны для этих условий. Например, для защиты покрытия Chartek 1709 от криогенного воздействия используют Intertherm 7050.

В последнее время разработаны и сертифицированы новые эпоксидные огнезащитные материалы, в том числе отечественного производства:

- «ОГРАКС-СКЭ» (Группа компаний «УНИХИМТЕК»);
- «ИНФЛЕКС-ФЭ» (ООО «Прогресс»);
- «ПЛАМКОР» (ЗАО НПХ «ВМП»).



- Композиции для холодного цинкования ЦВЭС®, ЦИНОЛ®, ЦИНОТАН®
- Антикоррозионные материалы серии ПОЛИТОН®, ВИНИКОР®, ИЗОЛЭП®, НЕФТЬЭКОР®
- Огнезащитные краски серии ПЛАМКОР®
- Полимерные наливные полы серии ГУДЛАЙН®



ЗАО Научно-производственный холдинг «ВМП»
г. Екатеринбург
тел./факс: +7 (343) 357-30-97, 247-92-41
г. Санкт-Петербург,
тел./факс: +7 (812) 612-70-20, 676-20-20

www.vmp-holding.ru

Шпунтовые сваи ЕВРАЗа

- ЕВРАЗ - компания мирового уровня в области производства стали и угледобычи, лидер на рынке строительного и транспортного проката России и СНГ;
- Крупнейший производитель шпунтовых свай в РФ;

ЕВРАЗ является лидером на российском рынке шпунтовых свай; продуктовая линейка представлена более чем 20 профилями корытного типа с замками типа LARSEN, производимыми на двух площадках. ЕВРАЗ НТМК в г. Нижний Тагил производит профиль Л5-УМ из стали, природно-обогащенной ванадием, что обеспечивает повышенную коррозионную стойкость. Легкие шпунты VL производятся на EVRAZ Vitkovice Steel в Чехии и прекрасно зарекомендовали себя на конкурентном европейском рынке.

ЕВРАЗ обеспечивает:

- высокое качество продукции благодаря накопленному опыту производства, постоянному совершенствованию технологии;
- кратчайшие сроки поставки за счет постоянного наличия продукции в целевых регионах, а также на буферном складе в Нижнем Тагиле;
- выполнение нестандартных заказов (из легированной стали, длины от 5 до 24 метров) за счет регулярного проката;
- оперативное рассмотрение запросов, информирование о статусах заказов;
- подбор оптимального решения под конкретный проект.

Предоставляемый сервис и высокое качество продукции позволяет нам оставаться поставщиком крупнейших строительных и проектных организаций, таких как ООО «НПО «Мостовик», ОАО «Мостотрест», ГК «СК Мост», ООО «КОРПОРАЦИЯ ИНЖТРАНССТРОЙ», ОАО «Волгомост», ОАО Корпорация «Трансстрой» и др.

Крупные проекты с участием шпунтовых свай ЕВРАЗа:

- Строительство Нововоронежской АЭС-2 – крупнейшего инвестиционного проекта на территории Центрального Черноземья. На объекте используются шпунтовые сваи Л5-УМ длиной до 20 м и VL606А длиной 12 м.
- Берегоукрепление и реконструкция набережной р. Амур, г. Благовещенск, в рамках проекта по строительству Бурейской ГЭС - самой крупной ГЭС на Дальнем Востоке. На объекте использован шпунт VL 605 длиной до 12 м.
- Строительство инфраструктуры Системы магистральных газопроводов «Бованенково – Ухта», примыкающих к магистрали «Ямал – Европа». На объекте использован шпунт Л5-УМ с эмалированным покрытием, разработанным совместно с партнерами ЕВРАЗа специально для использования металлопроката в суровых условиях Крайнего Севера.



Более подробную информацию можно получить, обратившись в Департамент коммерческих продаж ООО «ТК «ЕвразХолдинг».

РФ, 121353 г. Москва, ул. Беловежская, д.4
Тел.: +7 (495) 363 19 63
dmitry.momot@evraz.com
Дмитрий Момот

ЕВРАЗ



8 [495] 645 91 77

СЛАВРОС®

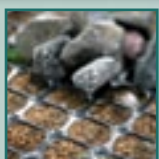
ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ОТ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДИТЕЛЯ

КОМПАНИЯ ООО «НПО СЛАВРОС» — КРУПНЕЙШИЙ РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ЭКСТРУЗИОННЫХ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**Геомембрана «СЛАВРОС» — полимерный, рулонный, изолирующий материал****Преимущества материала «СЛАВРОС»:**

- Материал абсолютно не токсичен, не опасен для здоровья человека;
- Устойчив к ультрафиолетовому излучению и окислению;
- Обладает высокой механической прочностью на растяжение, прокол, продавливание, износ;
- Устойчив к воздействию химических компонентов (рН 0,5-13);
- Абсолютно водонепроницаем;
- Легко варится горячим воздухом;
- Ширина одного рулона до 7 м;
- Срок службы более 80 лет.

Области применения геомембраны «СЛАВРОС»:

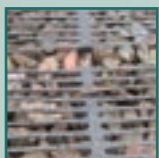
- Полигоны ТБО и ПО (полигоны для хранения бытовых и промышленных отходов);
- Гидроизоляция, химическая защита, устройство задвижек и каре резервуаров;
- Золоотвалы;
- Хвостохранилища, шламохранилища;
- Полигоны выщелачивания золота;
- Гидроизоляция открытых водохранилищ (озёр, прудов, водоёмов);
- Гидроизоляция оросительных каналов и водоводов, каскадных водных сооружений;
- Строительство портовых сооружений;
- Вертикальные завесы;
- В качестве защитных противофильтрационных экранов полигонов хранения нефтепродуктов и отходов бурения;
- Облицовка дренажей, бетонных и металлических резервуаров;
- Приёмники промышленных, бытовых стоков, кислотных и щелочных растворов;
- Гидроизоляция фундаментов зданий и сооружений;
- Устройство химически-стойких газопроводов;
- В качестве разделительных полок в сепараторах и отстойниках;
- На птицефабриках и помещениях для содержания скота в линиях удаления навоза;
- Помещения для хранения минеральных удобрений.



Георешетка «СЛАВРОС СД» — материал в виде плоской, двуосноориентированной георешетки с прямоугольной ячейкой, специально разработан для усиления несущих оснований дорожной одежды, а также для строительства на слабых грунтах и основаниях.



Геокompозитный материал «СЛАВРОС-ДРЕНАЖ» — применяется для отвода воды в плоскости полотна на линейных и площадных объектах.



Георешетка «СЛАВРОС СО» — конструкция с длинными и узкими ребрами, ориентированными в одном направлении для создания устойчивости грунтовых конструкций на сдвиг.



Георешетка «СЛАВРОС ГР» — объемный каркас для укрепления откосов земляного полотна и различных сооружений.

ПРОИЗВОДСТВО**ПОСТАВКИ****ПРОЕКТИРОВАНИЕ****МОНТАЖ**

Россия, 109012, г. Москва, ул. Варварка, д. 14, стр. 1, оф. 501

тел./факс: +7 (495) 645 9177
e-mail: geosintetika@slavrosgeo.ru
www.slavrosgeo.ru

ВОДНЫЙ БАЛАНС ХВОСТОХРАНИЛИЩА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

**Неретин А. В.,**
зав. сектором ГТС,
отдел ГТС и РРМ
ОАО «Иргиредмет»**Пятаков В. Г.,**
доктор техн. наук,
нач. отд. ГТС и разработки
россыпных месторождений
ОАО «Иргиредмет»**Соколов А. С.,**
инженер I категории,
отдел ГТС и РРМ
ОАО «Иргиредмет»

ASSESSMENT OF TAILINGS STORAGE FACILITY WATER BALANCE SCENARIOS AND THEIR ENVIRONMENTAL IMPACTS

Alexander V. Neretin, Victor G. Pyatakov, Alexander S. Sokolov

Irkutsk Research Institute of Precious and Rare Metals and Diamonds (OAO "Irgiredmet")

This paper describes three scenarios of annual water balance management for tailings storage facilities located at regions with varying climatic conditions according to their precipitation-evaporation water balance.

The results from the actual water balances for eleven tailings storage facilities at Chukotka, Ural, Trans-Baikal, Eastern Siberia, Western Siberia, Central Asia and Australia are presented.

The major reasons behind the deviation of the actual annual tailings storage facility water balance from the design water balance are considered.

For tailings impoundments located in regions showing a positive water balance, a dosing discharge of excess water from a water treatment collection pond to a surface water body during floods to reduce water contamination to the maximum permissible concentration as defined under the Russian environmental regulations was proposed.

Практически все горно-обогатительные комбинаты содержат в своей инфраструктуре хвостохранилища, предназначенные для складирования хвостов и обеспечения оборотного водоснабжения. Обычно хвостохранилище состоит из ограждающих дамб и собственно накопительной чаши, включающей пляжную часть и пруд-отстойник оборотной воды. Площади хвостохранилищ могут достигать нескольких сотен гектаров. Как правило, эти сооружения несут угрозу окружающей природной среде как в части загрязнения поверхностных и грунтовых вод, так и в части пыления пляжей (загрязнения атмосферного воздуха) [1].

При разработке проектной документации для строительства и эксплуатации хвостохранилища обязательным требованием является составление его водного баланса [2, 3], под которым понимается соотношение за какой-либо промежуток времени (год, месяц, декада и т. д.) прихода, расхода и аккумуляции (изменения запаса) воды.

Решение вопросов, связанных с технологическим водопользованием хвостохранилища, должно вестись на основании годового баланса воды (W), определяемого по уравнению [2, 3]:

$$W = (W1+W2+W3+W4) - (W5+W6+W7+W8+W9+W10+W11)$$

где: W1 — вода, поступающая с пульпой;
W2 — вода, поступающая от атмосферных осадков на площадь гидротехнического сооружения;
W3 — приток воды с площади водосборного бассейна (дренаж со склона);
W4 — приток подземных вод;
W5 — испарение с площади хвостохранилища (пляж);
W6 — испарение с площади хвостохранилища (зеркало пруда-отстойника);
W7 — фильтрационные потери через тело ограждающих дамб;

W8 — фильтрационные потери через основание ограждающих дамб;
W9 — забор оборотной воды на золотоизвлекательную фабрику (ЗИФ);
W10 — объем воды, заполняющей поры хвостовых отложений;
W11 — заполнение пруда-отстойника.

На рис. 1 приведена схема к расчету водного баланса хвостохранилища. Возможны три варианта водного баланса:

- Отрицательный водный баланс ($W1 < W11$), характерный для территорий с засушливым климатом, где годовой объем испарения превышает годовой объем осадков. В этом случае требуется забор свежей воды для подачи на ЗИФ.
- Положительный водный баланс ($W1 > W11$), характерный для территорий с влажным климатом, где годовой объем осадков превышает годовой объем испарения. В этом случае требуется разработка специальных мероприятий по сбросу избытков воды из хвостохранилища в ближайший водоток. Территория Сибири и Дальнего Востока входит именно в зону положительного водного баланса.
- Нулевой водный баланс ($W1 = W11$), что бывает крайне редко. В этом случае соблюдается баланс воды в хвостохранилище, и не требуется ни забора свежей воды, ни сброса воды из пруда-отстойника.

Для составления водного баланса при разработке проектной документации по хвостохранилищу и последующем авторском надзоре за его строительством и эксплуатацией самой большой проблемой является достоверность следующих параметров, представляемых изыскателями и определяемых проектировщиками:

- W3 — приток дренажных вод со склона;
- W4 — приток подземных вод;
- W7 — фильтрационные потери через тело ограждающих дамб;
- W8 — фильтрационные потери через основания ограждающих дамб.

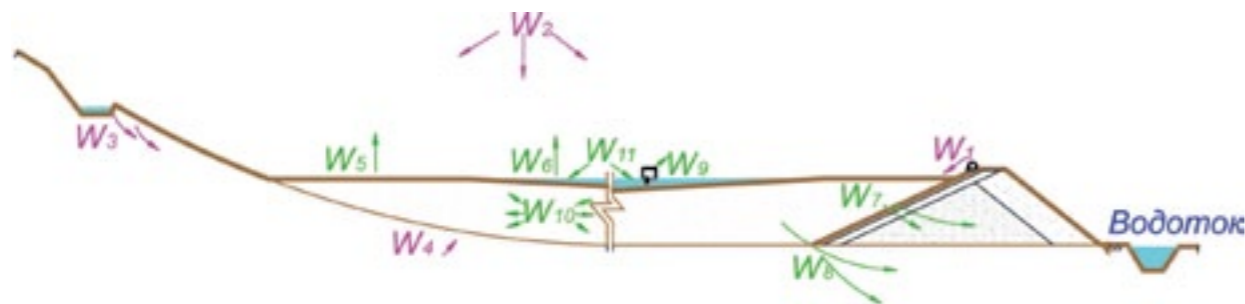


Рис. 1. Схема к расчету водного баланса хвостохранилища

При обследовании хвостохранилищ часто выясняется, что фактический водный баланс существенно отличается от проектного. Такое отличие может возникать по следующим причинам:

- исходные данные для проектирования, представленные изыскателями, не соответствуют действительности;
- допущены ошибки при проектировании;
- допущены нарушения технологии строительства хвостохранилища, предусмотренной проектом (чаще всего они относятся к скрытым дефектам);
- предприятием нарушен расчетный проектный режим водопользования;
- комбинация из перечисленных выше причин.

К примеру, были отмечены такие, не предусмотренные проектом отклонения от расчетного режима водопользования, как:

- сброс в чашу шахтных или карьерных вод сверх предусмотренного проектом количества;
- излишний забор свежей воды для обогатительной фабрики;
- снижение расхода оборотной воды из-за нарастания солевых отложений на внутренней стенке трубы;
- отказ от оборотного водоснабжения (самое грубое нарушение).

Безусловно, при таких отклонениях неизбежен сброс неочищенных стоков на рельеф или в ближайший водоток.

Нами были обследованы хвостохранилища в различных географических регионах на предмет их водного баланса. В табл. 1 указаны места их расположения и соответствие фактического водного баланса проектному. В большинстве случаев хвостохранилища расположены в регионах с положительным водным балансом. То есть и водный баланс хвостохранилищ также должен быть положительным, однако, по указанным выше причинам, фактически он является отрицательным.

Исключение фильтрации из хвостохранилища не всегда обеспечивает и укладка пленочного экрана, которая требует полного соблюдения технологии при его сооружении и привлечения специализированных организаций для проведения этих работ. Даже это не всегда позволяет избежать повреждения пленки при ее укладке [4]. На нескольких хвостохранилищах наличие пленочного экрана не смогло в полной мере обеспечить изоляцию чаши, в результате чего из них идет видимый или скрытый поток дренажных вод, что совсемно подтверждается результатами анализов на содержание вредных веществ в грунтовых водах.

Для исключения фильтрации из хвостохранилища в ряде случаев достаточно создания глиняного экрана, если среди местных строительных материалов имеется глина с требуемыми свойствами фильтрации, что подтверждается эксплуатацией хвостохранилища в Австралии [5].

Даже в районах распространения многолетней мерзлоты не удается исключить фильтрацию воды в основании дамбы, сооруженной в долине ручья (что обычно практику-

ется с целью снижения затрат на строительство дамб). Причина заключается в наличии подруслового талика, который, как правило, сложен грубозернистым хорошо фильтрующим материалом. Это приводит не только к загрязнению грунтовых вод, но и требует подачи дополнительного объема воды в хвостохранилище осенью, т. к. в холодный период все естественные источники воды могут перемерзнуть.

Для составления фактического водного баланса хвостохранилища всегда важно знать величину фильтрационных потерь. Для определения этой составляющей расчетами требуется знать объем свежей воды, закачиваемой в чашу хвостохранилища. Однако этих сведений на предприятиях нет из-за отсутствия расходомеров на насосах для подачи воды в пруд-отстойник хвостохранилища.

Если количество осадков превышает испарение, а на хвостохранилище предусмотрены все необходимые мероприятия по исключению фильтрации, то сброс избытка технологической воды из чаши неизбежен теоретически. Поэтому никак нельзя согласиться с утверждением, что дренаж или аварийный сброс воды из хвостохранилищ, расположенных на территориях с положительным водным балансом, не допустим [1].

При наличии избытка воды, требующей сброса в водотоки, в Водном кодексе РФ прописаны следующие основные требования [6].

1. Решение о предоставлении водного объекта в пользование в целях сброса сточных вод и (или) дренажных вод дополнительно должно содержать:

- указание места сброса сточных вод и (или) дренажных вод;
- объем допустимых сбросов сточных вод и (или) дренажных вод;
- требования к качеству воды в водных объектах в местах сброса сточных вод и (или) дренажных вод.

2. Количество веществ и микроорганизмов, содержащихся в сбросах сточных вод и (или) дренажных вод в водные объекты, не должно превышать установленных нормативы допустимого воздействия на водные объекты.

3. При эксплуатации водохозяйственной системы запрещается осуществлять сброс в водные объекты сточных вод, не подвергшихся санитарной очистке, обезвреживанию (исходя из недопустимости превышения нормативов допустимого воздействия на водные объекты и нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водных объектах).

В связи с изложенным при разработке проектной документации для хвостохранилищ с положительным водным балансом следует сразу предусматривать мероприятия по обеспечению безопасного по экологическим условиям сброса избытка сточных вод.

Мы считаем, что при положительном водном балансе территории можно разрешить регулируемый сброс избытков воды из пруда-отстойника хвостохранилища в поверхностный водоток во время паводков, когда расход воды

Местоположение	Соотношение количества осадков и испарения (водный баланс территории)	Необходимость в подпитке хвостохранилища свежей водой по проекту / (наличие пленочного экрана)	Фактическое состояние водного баланса хвостохранилища и причины отклонения его от проектного	Отрицательные последствия
Чукотка	Положительный	Нет / (Экран)	Отрицательный, фильтрация через основание дамбы	Загрязнение поверхностного водотока. Дополнительно осуществляется забор свежей воды из реки на ЗИФ.
Забайкалье	Положительный	Нет	Отрицательный, фильтрация через дамбу	Загрязнение грунтовых вод. Дополнительно осуществляется забор свежей воды на ЗИФ.
Забайкалье	Положительный	Нет / (Экран)	Положительный	Сброс в поверхностный водоток обезвреженной воды.
Забайкалье	Положительный	Нет	Отрицательный, фильтрация через основание дамбы	Загрязнение поверхностного водотока. Дополнительно осуществляется забор свежей воды на фабрику.
Забайкалье	Положительный	Нет	Отрицательный, фильтрация через основание дамбы	Загрязнение грунтовых вод. Дополнительно осуществляется забор свежей воды на ЗИФ.
Восточная Сибирь	Положительный	Нет	Отрицательный, фильтрация через основание дамбы	Загрязнение грунтовых вод. Дополнительно осуществляется забор свежей воды на ЗИФ.
Восточная Сибирь	Положительный	Нет / (Экран)	Положительный	Рыхление льда в зимний период и вывоз его в хвостохранилище хвостов флотации
Западная Сибирь	Положительный	Нет	Отрицательный, фильтрация через основание дамбы	Загрязнение грунтовых и поверхностных вод. Дополнительно осуществляется забор свежей воды на ЗИФ.
Урал	Отрицательный	Да	Положительный, избыточный сброс в чашу шахтных вод с пульпой и недостаточный забор оборотной воды на ЗИФ	Рост уровня зеркала воды в хвостохранилище. Если не будет восстановлен проектный водный баланс, в будущем неизбежен сброс воды из чаши в поверхностный водоток.
Средняя Азия	Отрицательный	Да / (Экран)	Отрицательный, испарение и фильтрация через основание дамбы	Загрязнение грунтовых и поверхностных вод.
Австралия	Отрицательный	Да	Отрицательный	Воздействие на окружающую среду соответствует проектным решениям

Табл. 1. Характеристика водного баланса некоторых хвостохранилищ

в водотоке многократно превышает меженный расход, а дозированная подача позволит с большим запасом достичь в месте сброса концентраций вредных веществ значительно ниже ПДК. В этом случае также следует получить решение о предоставлении водного объекта в пользование в целях сброса сточных вод и (или) дренажных вод в соответствии с требованиями Водного кодекса РФ [6].

Выводы

1. При эксплуатации хвостохранилищ часто наблюдается отклонение фактического водного баланса от проектного. Чаще всего эти отклонения сводятся к сверхнормативным сбросам неочищенных сточных вод как в виде дренажных вод, так и в поверхностные водотоки.

2. Причины отклонения фактического водного баланса от проектного могут заключаться в недостоверности исходных данных для проектирования, ошибках проектировщиков, нарушении технологии строительства ГТС и режимов водопользования, предусмотренных проектом.

3. Для хвостохранилищ, расположенных на территориях с положительным водным балансом, где сброс сточных вод неизбежен, при разработке проектной документации рекомендуется предусматривать мероприятия по технологии дозированного избавления от избытков воды с соблюдением требований

Водного кодекса РФ. Желательно сброс избытков воды производить во время паводков на охраняемом водотоке.

Литература

1. Истомин В. И. Сооружения промышленной гидротехники России требуется своя нормативная база для проектирования, строительства, эксплуатации // ГИДРОТЕХНИКА. 2013. № 1.
2. Рекомендации по проектированию и строительству шламонакопителей и хвостохранилищ металлургической промышленности. ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1986.
3. Рекомендации по проектированию сооружений хвостохранилищ в суровых климатических условиях. ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1977.
4. Лупачев О. Ю., Телешев В. И. Противофильтрационные элементы из геомембран. Опыт применения в гидротехническом строительстве // Инженерно-строительный журнал. 2009. № 6.
5. Неретин А. В. Опыт разработки золоторудного месторождения «Коуэл» в Австралии. Золотодобыча: инф.-рек. бюлл. Иркутск: Иргиредмет, № 122, 2009.
6. Водный кодекс Российской Федерации, № 74-ФЗ от 03.05.2006 г.

ВэйстТэк-2013



Международная выставка-форум по управлению отходами, природоохранным технологиям и возобновляемой энергетике



28-31 МАЯ 2013
МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

WWW.WASTE-TECH.RU

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИТУМНЫХ ГЕОМЕМБРАН (BGM) COLETANCHE В СУРОВЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ



Брель Бернар,
технический
директор Coletanche



Меглен Жак,
директор по экспорту
Coletanche



Мизар Иван,
главный инженер,
технический
менеджер Coletanche

Installation in very cold region in NWT in Canada, work possible with Coletanche 10 months per year. The work site is located on the Lac de Gras in the North of Northwest Territories of Canada. The diamonds are removed from the Kimberlite ore, and the remaining material is permanently stored in a containment facility lined with a geomembrane as different perimeter dams to prevent seepage to the lake. The design of the fourth stage of the facility was changed to use a bituminous geomembrane (BGM) rather than a HDPE geomembrane. This paper reviews the performance of the bituminous geomembrane that could be installed 10 months per year in spite of extremely cold conditions. This paper presents the money and CO2 saved in the dam section due to the change, identifies areas of cost and schedule savings that the change allowed. At the end, the paper shows how to do the bonding between the two geomembrane types (BGM with HDPE) on 1,6 km of joints.

Французская компания AXTER — ведущий европейский производитель битумной геомембраны COLETANCHE, чья продукция широко применяется в мире на предприятиях добывающих отраслей и в различных направлениях гидротехнического строительства.

Одним из сложнейших объектов, где битумная геомембрана COLETANCHE доказала свою эффективность в течение нескольких лет, является алмазный карьер Дьявик, расположенный на северо-западе Канады, в 300 км от города Йеллоунайф. Строительство карьера началось в 1992 г. после

тщательного обследования территории и инженерных исследований, добыча в карьере осуществляется с 2003 г.

Сложность объекта определяется прежде всего климатическими условиями. Карьер Дьявик находится в арктическом климатическом регионе с низкими температурами, где среднемесячное значение температур в июле 10 °С, а в январе –70 °С. Ветер, как правило, от умеренного до сильного. Средняя скорость ветра — около 20 км/ч. Снег выпадает ежемесячно, хотя с мая по октябрь в основном идут дожди. В среднем 260 дней в году — температура ниже 0 °С. Это место добычи расположено немного севернее невидимой границы между прерывающейся на обширной территории и постоянной вечной мерзлотой.

Защита качества воды в озере Гра — первоочередная задача горнодобывающей компании. Рациональное водопользование на месте разработок включает в себя весь поверхностный сток из областей, где проходят горные работы. Для сбора воды в 2001–2002 гг. в зоне добывающей части комплекса были построены хранилища с использованием мембраны из полиэтилена высокой плотности (HDPE-ПЭВП). Новое хранилище для воды потребовалось в период весеннего таяния снега и было построено в 2005 г., два дополнительных



Рис. 1. Карьер Дьявик



Рис. 2. BGM мембрана, оставленная на длительное время для оценки погодных воздействий

водохранилища (№№ 2 и 13) были сооружены в 2006-м во время заморозков — оба проекта разработаны с применением битумных геомембран (BGM).

Решение использовать битумную геомембрану (BGM) было принято из-за высокой эластичности битумного материала, остающегося гибким при температуре ниже $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и имеющего низкий коэффициент термического расширения ($1 \cdot 10^{-6}$ см/см/ $^{\circ}\text{C}$). Это значит, что материал будет относительно невосприимчив к перепадам температур в период установки и эксплуатации. Кроме того, BGM — это тяжелый материал и не подвержен вздутию при слабом ветре во время установки. Такой тип мембраны был установлен и в другие места добычи с температурами до $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Купол, Сибирь), его эффективность во время установки при низких температурах была близка к эффективности работ при температурах выше $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

При строительстве водохранилищ немаловажную роль в использовании битумной геомембраны сыграл тот факт, что расположенный по соседству песчаный эскер не был доступен на момент строительства, а для использования в основании мембраны из полиэтилена высокой плотности (HDPE-ПЭВП) материалы для покрытия требовали измельчения и очистки.

Битумная мембрана была применена на водохранилище № 14, построенном в апреле-мае 2005 г. В это время температура колебалась от $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, ветер около 20 км/ч , снегопад, образовавший слой в несколько см. Скорость установки мембраны варьировалась между $1300\text{ м}^2/\text{день}$ и $2400\text{ м}^2/\text{день}$. Были использованы вакуумный сосуд и ультразвук для контроля и гарантии качества сварных швов и удаления образцов, оставшихся после разрушающих испытаний. С целью оценки эксплуатационных качеств мембраны на водохранилище были установлены три панели битумной геомембраны (BGM) типов ES1, ES2 и ES3. Мониторинг объекта, осуществляемый в течение семи лет, показал, что геомембрана всех типов не претерпела никаких изменений за прошедший период, когда минимальная температура доходила до $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

25000 м^2 геомембраны были настланы в хранилище № 2 со средней ежедневной укладкой в 2000 м^2 , несмотря на то, что температура колебалась от $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$. В течение нескольких дней продолжался сильный снегопад, после которого пришлось убирать снег с плотины и мембраны перед тем, как продолжить укладку. Верхняя поверхность битумной геомембраны (BGM) состоит из песка, который обеспечивает хорошее сцепление даже при небольшом слое снега.

В водохранилище № 13, построенное в апреле-мае 2006 г., было уложено 10000 м^2 геомембраны, при этом температура во время производства работ варьировалась от $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Помимо водохранилищ, битумная геомембрана применяется в карьере на сооружениях для локализации обогащенного кимберлита (PKC), который остается после добычи алмазов на постоянном хранении. PKC плотины возводятся поэтапно, по мере эксплуатации карьера. Первые три уровня плотины были сооружены с использованием полиэтилена высокой плотности (HDPE-ПЭВП). Основываясь на успешном опыте применения битумной мембраны при обустройстве водохранилищ, разработка 4-го уровня плотины была проведена с учетом замены HDPE-ПЭВП на битумные геомембраны. Как и в случае с водными резервуарами, был использован крупный материал для основания и покрытия, что сократило затраты на производство материалов и позволило вести строительство в условиях заморозков без продления сроков.

Мембрана для основания и покрытия была разработана с возможностью использования раздробленного булыжника



Рис. 3. Очистка снега во время укладки битумной геомембраны в водохранилище № 2



Рис. 4. Покрытие мембраны размером менее 400 мм, использованное на хранилище

или гравийного материала размером менее 400 мм. Источник песчаного эскера был обнаружен рядом с PKC. Типичная часть плотины для 4-го уровня включала крупнокусковой материал в основании и слой камня, уложенный сверху, для защиты от эрозии.

Один из ключевых аспектов строительства PKC плотины 4-го уровня заключался в стыковке мембраны из полиэтилена высокой плотности HDPE, используемого на более ранних стадиях строительства, с новой битумной геомембраной. Процесс начинался с тщательной очистки полиэтилена высокой плотности HDPE. Для увеличения сцепления на ПЭВП был нанесен слой грунтовки, затем клейкая пленка Hurene Spot ADH со специальным клеем, основанном на битуме Bitumseal и позволяющим клеить Coletanche под водой, с целью предотвращения перегрева полиэтилена высокой плотности (HDPE-ПЭВП) при сваривании битумной геомембраны



Рис. 5. Открытие BGM мембраны (водохранилище № 14). Температуры: от $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Результат после 5 лет эксплуатации: отсутствие каких-либо изменений BGM мембраны

к Hurene Spot ADH газовой горелкой. Этот способ применили после годичного тестирования в лаборатории, используя 4 различных способа, способных склеить полиэтилен высокой плотности HDPE с битумной геомембраной. И в лаборатории, и в открытом грунте мы смогли констатировать, что предел прочности такого соединения при растяжении идентичен пределу прочности самой битумной геомембраны.

Заключение

Опыт успешного применения битумной геомембраны на Дьявикском алмазном карьере доказал ряд преимуществ битумной геомембраны Coletanche по сравнению с другими изоляционными материалами. Наиболее важные из них:

Установка

- **Погода:** битумная геомембрана может быть эффективно установлена практически в любое время года. Это позволяет вести строительство даже в криолитозоне в течение 10 месяцев в году. Она тяжелее, чем любая полимерная геомембрана (например, Coletanche ES3 имеет поверхностную массу около 5 кг/м^2 — сравним с 2 кг/м^2 для 2 мм HDPE), поэтому Coletanche не вздувается ветром до скорости 80 км/ч .

- **Скорость укладки** ненамного ниже во время холодного периода. Битумная геомембрана имеет песчаный верхний слой, который обеспечивает хорошее сцепление даже при тонком слое снега на мембране.

- С работой могут справиться **местные профессионалы** или **работники сервиса** компании. К примеру, в Канаде укладкой мембраны занималось местное население: инженер и рабочие от производителя набирали команду учеников, показывали и обучали местных жителей сварке мембраны и контролю процесса.

- Она может быть уложена генеральным подрядчиком или владельцем объекта своими силами, не требует специального субподрядчика с необходимым сварочным оборудованием, что экономит финансовые средства и время для производства работ.

Размер грунтовки

- **Для основания мембраны** и кроющего материала не требуются песок и мелкий гравий. Крупный материал в основании ($200/0\text{ мм}$) менее чувствителен к сжатию водой, что позволяет продолжать строительные работы в холодное время года.

- **Для покрытия** может использоваться любой материал, раздробленный в $400/0\text{ мм}$. Это минимизирует транспортировку и сокращает таким образом выделение CO_2 . Также важно отметить, что битумная геомембрана может допустить передвижение тракторов и грузовиков прямо по ней, облегчая и позволяя быстрое покрытие геомембраной, при этом снижается воздействие ветра.



Рис. 6. Откопанная BGM мембрана не представляет проколов

Экономия

- Возможность работать в любую погоду позволила вести строительство в оптимальные сроки и обойтись без штрафов в отношении простаивающего субподрядчика.

- Не привлекая субподрядчика со специальным оборудованием, владелец имеет полный контроль и может использовать свои обычные инструменты.

Надежность

- По своим свойствам битумная геомембрана обладает повышенной химической и биологической устойчивостью, повышенной эластичностью, прочностью на разрыв и прокол. Показатель угла трения выше, чем у других геомембран (34°).

- Может укладываться на любую поверхность без специальной подготовки, в том числе на открытый грунт. Совместима практически со всеми строительными материалами.

- Повышенная газонепроницаемость в сравнении с другими типами геомембраны.

Высокие качественные характеристики достигаются особой технологией изготовления, битумная геомембрана представляет собой многослойное покрытие: защитная пленка, стеклохолст, нетканый геотекстиль, битумная композиция, песчано-гравийное покрытие. Надежность геомембраны Coletanche определяет широкий спектр ее применения в строительстве хвостохранилищ, резервуаров вредных и радиоактивных отходов, в том числе жидких и газовых; водохранилищ, дамб и плотин, каналов и берегоукрепительных сооружений, железных и автотрасс.

Для получения большей информации посетите сайт www.coletanche.com.

COLETANCHE®

Контакты

Жак МЕГЛЕН, директор по экспорту (Axter Coletanche, Париж) тел. (+33) 661388017 moeglen@axter.eu

Бернар БРЕЛЬ, технический директор (Axter Coletanche, Париж) тел. (+33) 662530708 bernardbreul@coletanche.com

Геннадий ОКЕАНОВ, генеральный директор (Вестинстрой, Москва) тел. (+7) 9857665076 westinstroy@mail.ru

Иван МИСАР, технический менеджер (Axter Coletanche, Прага) тел. (+420) 604833509 misar@coletanche.com

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



НОВЫЙ ПРОДУКТ ОТ VOLVO PENTA И KÄRCHER (WOMA)

В 2013 г. на рынок России выходит новый продукт — результат совместных усилий компаний **Volvo Penta** и **Kärcher (WOMA)**: мобильные системы высокого и сверхвысокого давления. Компания WOMA производит плунжерные насосы (давление до 4000 бар, производительность до 100 м³/час, гидравлическая мощность до 800 кВт) и гидроинструмент, строит на их основе системы и комплексы, которые находят применение практически во всех отраслях промышленности и народного хозяйства.

Основное применение таких систем — чистка поверхностей и разрушение материалов высокоскоростной струей воды (в т. ч. удаление лакокрасочных покрытий и коррозии без применения абразивных материалов). Линейка продуктов компании включает в себя также оборудование для гидроабразивной резки, санации и интенсивного разрушения бетона, гидросбива окалины, привода кузнечных прессов, гидроиспытаний сосудов и трубопроводов.

Один из примеров совместного сотрудничества Volvo Penta и Kärcher (WOMA): агрегат WOMA VG400ARP/400Z на шасси для чистки каналов (коллекторов) и теплообменного оборудования с комбинированным гидроструйным агрегатом высокого давления — уже хорошо зарекомендовал себя у российских компаний. Оборудование помещено в специальный контейнер и установлено на шасси грузового автомобиля.

Гидроструйный агрегат высокого давления TwinJet400 с приводом от дизельного двигателя имеет в своем составе два насоса высокого давления. Изменение производительности насосного агрегата происходит за счет изменения частоты вращения двигателя. Электронная система управления двигателем EMS-2 позволяет обеспечить высокую точность



регулирования расхода рабочей жидкости и поддержания заданной производительности насоса вне зависимости от изменения нагрузки.

Привод: дизельный двигатель Volvo Penta

Тип: TAD 1252 VE

Мощность двигателя: 291 кВт

Обороты двигателя: 1800 об/мин

Охлаждение: водяное

Регулировка оборотов/управление: электронная система EMS

Двигатель укомплектован:

- компрессором сжатого воздуха;
- глушителем выхлопных газов;
- аккумуляторной батареей;
- электрическим пуском 24 В.

Дизельгенераторы, насосы, приводы буровых,
погрузчики, бульдозеры, камнедробилки,
трубоукладчики,
карьерное оборудование...

**ПРИ ЗАКАЗЕ ОБОРУДОВАНИЯ
ТРЕБУЙТЕ ТЕХНИКУ
С ДВИГАТЕЛЕМ VOLVO!**

МЫ ОБЕСПЕЧИМ ВАМ:

- сервис европейского уровня
- поставку запасных частей, соответствующую мировым стандартам
- специальную программу поддержки крупных удаленных клиентов

Вопросы — по e-почте
 Подробности — на сайте

volvopenta.ru@volvo.com
 www.volvopenta.com/industrial



**VOLVO
PENTA**

Volvo Penta входит в Группу Volvo

ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ BOSTIK ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ НЕГАТИВНОГО ДАВЛЕНИЯ ВОДЫ

The revolutionary system for protection against negative water pressure from the company Bostik consist of systems for interior waterproofing in an ever-flowing water AQUASTOPP (Spezialchlamme, Puder-Ex, Isolier-flussig), and a two-component waterproofing mixture K-11 FLEX.

The materials are resistant to frost and de-icing salt.

Возможно ли сделать гидроизоляцию подземного сооружения, шахты, гаража или бункера изнутри и превратить сырое помещение в сухое? Да, это возможно, если использовать эффективные при «негативной» гидроизоляции материалы Bostik признанного мирового лидера в области разработки и производства продуктов строительной химии, предлагающего российским строителям новейшие гидроизоляционные системы.

AQUASTOPP

При гидроизоляции строительных конструкций с отрицательной стороны (стороны, не обращенной к воде) решающее значение имеет применение минеральных гидроизолирующих шламов.

Система для внутренней гидроизоляции в условиях непрерывно поступающей воды AQUASTOPP состоит из трех продуктов компании Bostik: быстротвердеющей смеси Spezialchlamme, гидропломбы Puder-Ex, изоляционного окремнителя Isolier-flussig.

Быстротвердеющая смесь Spezialchlamme является специальным шламом (раствором) для гидроизоляции строительных конструкций с внутренней стороны. Ею можно покрывать все не содержащие гипс твердые минеральные поверхности, соприкасающиеся с водой. По составу *Spezialchlamme* является быстротвердевающим клеевым раствором, устойчивым к воздействию мороза и антиобледенительной соли. Время затвердевания: 7–21 мин. Наносится при помощи кисти в три слоя. Расход продукта — около 1,5 кг/м².

Гидропломба Puder-Ex — смесь на основе цемента, быстро затвердевающая при контакте с водой. После затвердевания Puder-Ex устойчива к воздействию мороза и антиобледенительной соли, погодных условий, обеспечивает длительную гидроизоляцию. Puder-Ex применяется для быстрого и долговременного устранения протечек в конструкциях из бетона, кирпичной кладки и натурального камня. Вода при контакте с Puder-Ex останавливается в считанные секунды. Область применения — устранение протечек в подземных гаражах, туннелях, плотинах, канализациях, очистных сооружениях, дамбах, шлюзах и подобных сооружениях, где гидроизоляция снаружи невозможна.

В системе AQUASTOPP Puder-Ex наносится вторым слоем после шлама Spezialchlamme. Но может использоваться как самостоятельный гидроизоляционный материал для ликвидации протечки **при сильном напоре воды** в качестве замазки с последующей защитой поверхности.

Изоляционный окремнитель Isolier-flussig — это модифицированный щелочной раствор диоксида кремния с эффективным смачивающим средством для заключительного этапа технологии системы AQUASTOPP. Гидроизоляционный раствор Isolier-flussig вступает в реакцию со связующими веществами цементной смеси Puder-Ex и раствором Spezialchlamme, заполняет капилляры поверхности и образует высокопрочные кремневые новообразования. В результате этого водонепроницаемый барьер надежно фиксируется на поверхности. Наносится при помощи кисти, щетки или подводящего распылителя с расходом около 0,5 кг/м².

Все продукты системы AQUASTOPP используются при температуре выше +5 °С.

K11 FLEX

K11 FLEX Shlamme grau — это двухкомпонентная гидроизоляционная смесь, состоящая из сухого раствора и полимерной эмульсии с низкой вязкостью, образующей после высыхания на минеральной, твердой, не содержащей гипса поверхности очень прочный гидроизоляционный слой, способный сразу после высыхания выдерживать нагрузку, дальнейшую обработку, укладку на его поверхность последующих слоев через 2 дня, а также защищать от напора воды приблизительно через 5 дней после нанесения (сроки указаны для температуры окружающей среды +20 °С).

После отверждения гидроизоляционный слой устойчив к воздействию мороза, морской воды.

Для гидроизоляции с внутренней стороны поверхность основания должна быть прочной и очищенной от штукатурок. При наличии на поверхности кирпичной кладки следов высолов перед нанесением на нее шлама K11 FLEX Shlamme grau поверхность следует обработать раствором HEY'DI Antisulfat. Изолируемая поверхность перед нанесением шлама должна быть хорошо и равномерно увлажнена.

Порошкообразный компонент K11 FLEX Shlamme grau смешивают с жидким (3 части порошка на 1 часть полимерной эмульсии) для получения однородной консистенции без комков. Шлам наносят кистью, щеткой или распылителем. Гидроизоляционный шлам наносится в два слоя, каждый из которых должен быть нанесен равномерно по всей поверхности толщиной, не менее допустимой. Второй слой следует наносить на невысохший первый слой. Расход материала: 2,5–3 кг/м² (соответствие толщине невысохшего слоя 1,5–1,8 мм).

В течение 24 часов после нанесения гидроизоляционного шлама на поверхность ее следует защищать от дождя, прямых солнечных лучей, мороза. Шлам K11 FLEX Shlamme grau после высыхания можно покрывать обычной краской, специализированной штукатуркой для предотвращения появления конденсата.

Продукт прошел испытания на соответствие требованиям норм немецкого союза отрасли строительной химии (Deutsche Bauchemie e.V.), испытания на соответствие требованиям рабочего стандарта немецкого союза специалистов водо- и газоснабжения W 270.

Разрешается контакт с питьевой водой, сертификат № RU.77.01.34.015.E.011142.12.12.

Более полную техническую информацию о свойствах и технологических особенностях применения описанных материалов можно получить у специалистов российского филиала Bostik.

РЕВОЛЮЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ НЕГАТИВНОГО ДАВЛЕНИЯ ВОДЫ ОТ КОМПАНИИ BOSTIK

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ СИСТЕМА AQUASTOPP

Системное решение для создания быстрой, надежной и длительной внутренней гидроизоляции



В условиях поступления воды!

КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ:

- A) Специальная сухая смесь.
- B) Специальный цемент Puder-Ex.
- C) Окремнитель связующий.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ:

плотины, туннели, колодцы, подземные гаражи, водные резервуары, канализация, подвалы и т. п.

- Для строительных конструкций.
- Не требуется спуск грунтовых вод.
- Может применяться при наличии текущей напорной воды.
- Останавливает прорывы воды за секунды.

СПЕЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА K11 FLEX

Для внутренней гидроизоляции от воды под давлением



КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ:

- A) Сухая смесь (Компонент А).
- B) Жидкий раствор (Компонент Б).
- * (цвета: серый, белый)

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ:

подвалы, колодцы, туннели, плотины, дамбы, подземные гаражи, водные резервуары, канализация и т. п.

- В старых и новых постройках.
- При ремонтных работах в качестве замедлителя солеобразования.
- Может использоваться как основа под санитарную штукатурку.
- Выдерживает нагрузку вскоре после нанесения.
- Устойчива к морской воде и низким температурам.

Более полную техническую информацию о свойствах и технологических особенностях применения описанных материалов можно получить у специалистов российского филиала Bostik.

Bostik

Stronger Bonds, Better Life

ООО «БОСТИК»
115054 Москва, ул. Дубининская, д. 53, стр. 5
Тел. +7 (495) 787-31-71
Факс +7 (495) 787-31-72
www.bostik.ru

concrete and metal testing



SilverSchmidt

Молоток для испытания бетона

Молоток SilverSchmidt представляет новейшие разработки компании и позволяет измерять прочность по ГОСТ 22690 в диапазоне от 5 до 170 Н/мм². Встроенный электронный блок; увеличенный более чем в 3 раза срок службы пружины; отсутствие влияния пространственного положения молотка на результаты измерений. Прошел тесты НИИЖБ на объектах «Москва-Сити» и «Миракс Плаза».



Original Schmidt

Молоток для испытания бетона

Более 50 лет во всем мире для оценки прочности бетонов применяют молотки Шмидта. Существующие типы N, L, NR и LR позволяют измерять прочность по ГОСТ 22690 в диапазоне от 10 до 70 Н/мм². Типы NR и LR осуществляют регистрацию результатов на бумажную ленту в виде гистограммы.



Pundit Lab

Ультразвуковой прибор

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



Profoscope

Определение местоположения стержней арматуры и толщины защитного слоя бетона

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



Equotip3

Динамический твердомер для металла с выносным датчиком

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



Equotip Bambino 2

Динамический твердомер для металла с встроенным датчиком

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

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



Made in Switzerland

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



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 проведения общестроительных работ;
- ◆ Инженерная поддержка инновационных технологических решений в области строительства гидротехнических сооружений;
- ◆ Техническое сопровождение проектных решений высококлассными специалистами европейских компаний.

«Neva-MetalTrade» 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

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ



Международная ассоциация фундаментостроителей (International Association of Foundation Contractors — I AFC) была создана в июне 2012 г. группой единомышленников и специалистов в области фундаментостроения с целью развития и продвижения на российский рынок современных технологий, техники и оборудования для устройства фундаментов. Это независимая организация, к которой можно обратиться с любым вопросом в области фундаментостроения: проектирование фундаментов, производство и поставка техники и оборудования, оказание услуг по устройству фундаментов, обследование и экспертиза фундаментов зданий и сооружений, маркетинговые и технические консультации, организация деловых встреч и поездок по России и за рубежом. Ассоциация предлагает оптимальные решения задач обустройства фундаментов с помощью своих участников, ученых и практикующих экспертов отрасли фундаментостроения в России и за рубежом.

Задачи Ассоциации заключаются в том, чтобы продвигать современные технологии фундаментостроения, осуществляя регулярный диалог с крупными потребителями, государственными и федеральными агентствами, отраслевыми органами и общественностью в целом, а также распространять новости отрасли, тендерную и другую полезную информацию в области фундаментостроения.

Одним из ведущих направлений нашей деятельности является организация научно-практических конференций. Так, например, 28–29 ноября 2012 г. в Москве состоялась международная научно-практическая конференция «Современные технологии фундаментостроения для топливно-энергетического комплекса». На конференции ставились вопросы, которые назрели уже давно и требовали конструктивного обсуждения. Постоянно возникала дискуссия по поводу таких важных вопросов, как закрепление фундаментов опор в различных грунтах (мерзлых, скальных, болотистых) и применение современной строительной техники для завинчивания и забивки свай.

Ближайшее крупное мероприятие, организованное Международной ассоциацией фундаментостроителей, будет про-

ходить **6 июня 2013 г.** в Москве. Это международная научно-практическая конференция «**Новые технологии и техника для устройства и усиления фундаментов в промышленно-гражданском строительстве**» в рамках выставки «СТТ-2013» (4–8 июня) в «Крокус Экспо».

Программа конференции будет насыщенной и яркой. В ней примут участие эксперты и специалисты крупных строительных компаний, генподрядчики и субподрядчики по строительству различных объектов, проектные и научные институты, а также российские и иностранные компании — производители специализированного оборудования и техники.

По словам генерального директора Ассоциации Екатерины Дубровской, значительный интерес к конференции связан с тем, что у строительных компаний существует потребность в изучении новых технологий устройства фундаментов в промышленно-гражданском строительстве, ведь, по оценкам экспертов, устройство фундаментов составляет 20–30% от общей стоимости строительства. Поэтому важно применять современные эффективные технологии и технику, а также обеспечивать надежность фундаментных конструкций.

В России немного подобных мероприятий, посвященных узкой специализации (технологиям фундаментостроения), которые могут привлечь руководителей и технических специалистов крупных строительных компаний, научных и проектных институтов, производителей специальной строительной техники. Миссия Ассоциации заключается в том, чтобы объединить заинтересованные компании, в том числе и с помощью подобных международных конференций, с целью изучения и продвижения новых технологий фундаментостроения, обмена опытом и знаниями.

За дополнительной информацией вы можете обратиться по телефонам: **+7 (495) 66-55-014, моб. +7 916-36-857-36, моб. +7 925-86-101-81. www.fc-union.com, info@fc-union.com.**

Будем рады помочь вам в успешном развитии вашего бизнеса!



INTERNATIONAL
ASSOCIATION OF
FOUNDATION
CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

**6 июня
2013
Москва**

Международная научно-практическая конференция

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА
ДЛЯ УСТРОЙСТВА ФУНДАМЕНТОВ
В ПРОМЫШЛЕННО-ГРАЖДАНСКОМ
СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

(в рамках выставки «СТТ-2013», МВЦ «Крокус Экспо», павильон 1, конференц-зал №2)
Регистрация на конференцию открыта! Количество мест ограничено!
За дополнительной информацией обращайтесь по тел.: **+7 (495) 66-55-014**

**info@fc-union.com
www.fc-union.com**

**127566, Москва, Северный бульвар 7,
тел./факс: +7 (495) 66-55-014,
моб. +7 916-36-857-36, +7 925-86-101-81**

С нами строить легко!

- Проектирование и строительство подземных частей технически сложных и уникальных объектов (подземные автостоянки, транспортные развязки, гидротехнические сооружения)
- Ограждение котлованов
- Закрепление грунтов
- Усиление фундаментов
- Выполнение работ на памятниках истории и архитектуры



г. Пермь, ул. Кронштадтская, 35
тел./факс (342) 236-90-70
тел. в Ижевске (3412) 56-62-11
тел. в Краснодаре (861) 240-90-82
тел. в Красноярске (391) 208-17-15
тел. в Казани (843) 296-66-61

тел. в Москве (495) 643-78-54
тел. в Самаре (846) 922-56-36
тел. в Санкт-Петербурге (812) 923-48-15
тел. в Тюмени (3452) 74-49-75
тел. в Уфе (917) 378-07-48
тел. в Челябинске (351) 235-97-98

www.new-ground.ru, info@new-ground.ru

КАК СЛОВО НАШЕ ОТЗОВЕТСЯ

В № 1/2013 журнала «ГИДРОТЕХНИКА» была опубликована статья В. И. Истомина «Сооружениям промышленной гидротехники России требуется своя нормативная база для проектирования, строительства, эксплуатации» (стр. 86–90), в которой автор выражает свой взгляд на состояние современной нормативной базы в области промышленной гидротехники и высказывает ряд критических суждений по действующим СНиП.

В ответ на статью в редакцию с официальным письмом обратились специалисты ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. Мы приводим текст письма полностью и надеемся, что на его содержание обратят внимание все авторы, сотрудничающие с журналом «ГИДРОТЕХНИКА».

В журнале «Гидротехника» № 1 (30) 2013 г. опубликована статья инженера ООО «СтройПроект» г. Белгород В. И. Истомина «Сооружениям промышленной гидротехники России требуется своя нормативная база для проектирования, строительства, эксплуатации», в которой затрагиваются вопросы безопасности хвостохранилищ при использовании ряда СНиП по гидротехническим сооружениям.

Анализ содержания статьи, использованная в ней аргументация и доводы показывают, что автор не понимает сущности поднятых вопросов, проявляет полную безграмотность в вопросах технического нормирования в области гидротехнических сооружений.

Тон статьи — агрессивно-ернический, сомнительная логика изложения доводов, использование неприемлимых для статьи в инженерно-техническом журнале оборотов и выражений обуславливают необходимость резкого возражения автору статьи с использованием таких же выражений и лексики. Однако опускаться до этого уровня не входит в нашу задачу.

Обращаем также внимание на то, что редакционно-экспертный совет журнала «Гидротехника» не был информирован о факте публикации рассматриваемой статьи, хотя в состав совета входят также разработчики упоминаемых в статье СНиП.

Просим редакционно-экспертный совет журнала «Гидротехника» опубликовать данное обращение в очередном номере журнала.

Разработчик СНиПов (СП) по гидротехническим сооружениям от ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева»:
Генеральный директор, д.т.н. В.И. Белослар
Первый заместитель генерального директора, д.т.н. В.Б. Глазковский
Помощник генерального директора, в.т.н. А.П. Пав.
Главные научные сотрудники:
д.т.н. В.В. Суздаль
д.т.н. А.Л. Гольдман
Ведущий научный сотрудник А.В. Векслер

Комментарий редакции

Редакция журнала полностью разделяет мнение авторов письма об этической стороне публикаций. Это не единственная претензия к журналу, и не только в отношении указанного автора, когда в тексте статей присутствуют высказывания, далекие от понятия профессиональной этики и задевающие профессиональное достоинство коллег, специалистов, оппонентов.

Не оправдываясь, смеем заверить всех читателей и авторов, что такой критерий, как соблюдение в присылаемом материале норм профессиональной и общечеловеческой этики, является для редакции одним из важнейших. Поэтому все выпады и критические позиции, по стилю не соотносимые с уровнем научно-методического журнала, из текстов исключаются, более того несоблюдение этических норм иногда служит и главной причиной отказа автору в публикации. Надеемся, что эта тема никогда больше не будет присутствовать на страницах журнала.

При этом считаем нужным отметить, что журнал открыт для всех без исключения специалистов. «ГИДРОТЕХНИКА» — независимое издание, которое находится вне «политики» и не лоббирует чьи-либо интересы. Редакция придерживается принципа, что у любого специалиста должна быть возможность высказать свой взгляд на проблему или событие, даже если это мнение не разделяют профессиональное сообщество, управляющие структуры или ведомства. Журнал готов поддерживать любые профессиональные дискуссии, если они ведутся аргументированно, а не в стиле взаимных обвинений. Поднимая ту или иную тему, мы всегда очень широко приглашаем к ее обсуждению профессионалов, придерживающихся самых разных мнений, — именно в цивилизованном обсуждении мы видим смысл рождения наиболее оптимальных решений. К сожалению, нередки случаи, когда те или иные проблемы замалчиваются или подаются в определенном ракурсе, который кто-то может воспринять как недостоверный, ложный, провокационный. Чтобы избежать подобных ситуаций, призываем всех к аргументированному, аналитическому, профессиональному отклику, которые редакция всегда готова публиковать и направлять конкретному автору.

С уважением, главный редактор Татьяна Владимировна Ильина

ПОРТ САБЕТТА

НА ПУТИ ОСВОЕНИЯ
АРКТИКИ

A special part of the issue is devoted to Port Sabetta. Its construction was started in July, 2012 on the Yamal Peninsula. The main construction projects presented in this part are liquefied natural gas plant and the port, whose primary function is shipment of produced gas. The port project description talks in detail about distinctive features of hydraulic structures as well as planned infrastructure facilities of the port. This section describes efficient methods of construction in cryolithic zone.

В июле 2012 г. начато строительство порта в районе пос. Сабетта, который станет значительным вкладом в экономическое, социальное развитие России, новым этапом в освоении Арктики и развитии Северного морского пути, в укреплении международного сотрудничества нашей страны с зарубежными партнерами.

Разработка проекта порта начиналась в рамках реализации плана производства сжиженного природного газа (СПГ) на полуострове Ямал, утвержденного распоряжением Правительства РФ в 2010 г., что предусматривает прежде всего освоение Южно-Тамбейского газоконденсатного месторождения с запасами газа С1+С2 объемом 1,3 трлн куб. м. С этой целью рядом с поселком Сабетта будет построен завод по сжижению природного газа мощностью до 16,5 млн т СПГ и более 1 млн т газового конденсата в год.

Строительство завода осуществляется тремя очередями, пуск которых состоится в конце 2016, 2017, 2018 гг. соответственно. Условия Крайнего Севера, короткий период строительных работ требуют применения модульной концепции строительства завода СПГ. Для строительства применяются сверхтяжелые блоки (модули). Таким образом, оборудование завода СПГ будет доставляться преимущественно в собранном состоянии, что существенно уменьшит объем работ по строительству на месте. Общее количество модулей — более 240 единиц, морская перевозка планируется с 2014 по 2017 гг., для нее будут задействованы специальные морские суда.

Порт — ключевой стратегический объект по приему грузов и вывозу продукции. Организация строительства осуществляется в два этапа. На первом этапе уже начато строительство объектов подготовительного периода (ОПП) — это прежде всего причалы для приемки крупногабаритных технологических модулей завода СПГ. Второй этап — строительство основных объектов морского порта (ОМП): причалов для отгрузки СПГ и газового конденсата, а также сооружений портовой инфраструктуры. В соответствии с планом реали-



Объекты подготовительного периода

зации проекта, в 2016 г. начнется отгрузка первой продукции СПГ. На третьем этапе (2020–2025 гг.) мощность порта может быть увеличена до 50 млн т за счет реализации других проектов.

Реализация проекта «Ямал СПГ» позволит увеличить производство сжиженного природного газа в Российской Федерации в 2,5 раза, с 11 млн т до 27,5 млн т в год. В результате реализации проекта российская газовая промышленность выйдет на новые рынки сбыта углеводородов и диверсифицирует направления экспорта природного газа, что закрепит за Россией статус энергетической сверхдержавы. При этом проект будет реализован в соответствии с самыми высокими в топливно-энергетическом комплексе стандартами в области экологии и охраны природы.

Порт в районе пос. Сабетта станет важным опорным пунктом России при освоении ресурсов Арктики. Сжиженный природный газ из порта позволит увеличить грузооборот Северного морского пути с 3 до 20 млн т в год, в соответствии со стратегической задачей его развития, поставленной Правительством РФ в рамках государственной программы «Экономическое и социальное развитие Арктической зоны Российской Федерации на 2012–2020 гг.».

На полуострове Ямал будет создан новый транспортный узел для Ямало-Ненецкого автономного округа и всего Ураль-



Модули завода СПГ на борту специализированного судна

ского федерального округа. В рамках проекта будут созданы новые высококвалифицированные рабочие места, получат развитие территории проживания коренных народов Севера.

Редакция благодарит за предоставленную информацию пресс-службу ОАО «Ямал СПГ»



План завода СПГ



ПРОЕКТ ПОРТА САБЕТТА



Минин М. В.,
директор проекта,
ОАО «ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ»

Территория планируемого к строительству морского порта располагается в северо-восточной части полуострова Ямал, на западном берегу Обской губы, в 5 км к северо-востоку от вахтового поселка Сабетта и в 30 км к юго-востоку от населенного пункта районного значения — п. Тамбей.

Общие климатические условия

Район строительства характеризуется особыми условиями: это арктическая климатическая зона; продолжительность ледового периода в Обской губе составляет более 8 месяцев.

Климатические условия территории обусловлены неравномерным поступлением в течение года солнечной ра-

диации, интенсивной атмосферной циркуляцией и близостью холодного Карского моря. Холодная и долгая зима с малой высотой снежного покрова обуславливает глубокое промерзание почв и грунтов, что приводит к образованию вечной мерзлоты. Мощность толщи многолетнемерзлых пород у полярного круга колеблется от 400–450 до 250–300 м. Самый холодный месяц — февраль со средней месячной температурой, равной $-25,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, соответственно и средний минимум температуры воздуха также наблюдается в феврале и составляет $-30,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Самый теплый месяц — август, средняя температура которого составляет $6,4\text{ }^{\circ}\text{C}$; средний максимум температуры в этот месяц равен $9,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Абсолют-

ный минимум температуры воздуха достигает $-49,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум $+30,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Суровость зимы в рассматриваемом районе увеличивается благодаря большим скоростям ветра и частым метелям, которые нередко возникают внезапно и переходят в пургу. В среднем за год наблюдается 78 дней с метелью.

Характерной чертой для рассматриваемого района являются ярко выраженные муссонообразные ветры. Летом, когда давление над Арктикой становится больше, чем на материке, господствуют ветры северных направлений, наибольшую повторяемость имеют северо-восточные ветры, определяемые влиянием направленности береговой линии Обской губы. Скорости ветра значительны в течение всего года, поэтому повторяемость штилей невелика — 1–2%. Средние месячные скорости ветра превышают 5 м/с.

Волновой режим

Наиболее сильное ветровое волнение в губе развивается при устойчивых северных и южных ветрах, дующих вдоль нее. В первую половину навигации ветровое волнение связано преимущественно с северными ветрами, а во вторую — с южными. В течение всей навигации повторяемость волн высотой 1 м и менее составляет 50–60%. Максимальная высота волн в районе поселка Тамбей может достигать 3 м.

Ледовый режим

В годы с холодной осенью сало и шуга образуются уже во второй декаде сентября. В годы с теплой осенью молодой лед образуется в конце октября — начале ноября.

На установление припая большое воздействие оказывают соленость воды и ветровой режим. Максимального

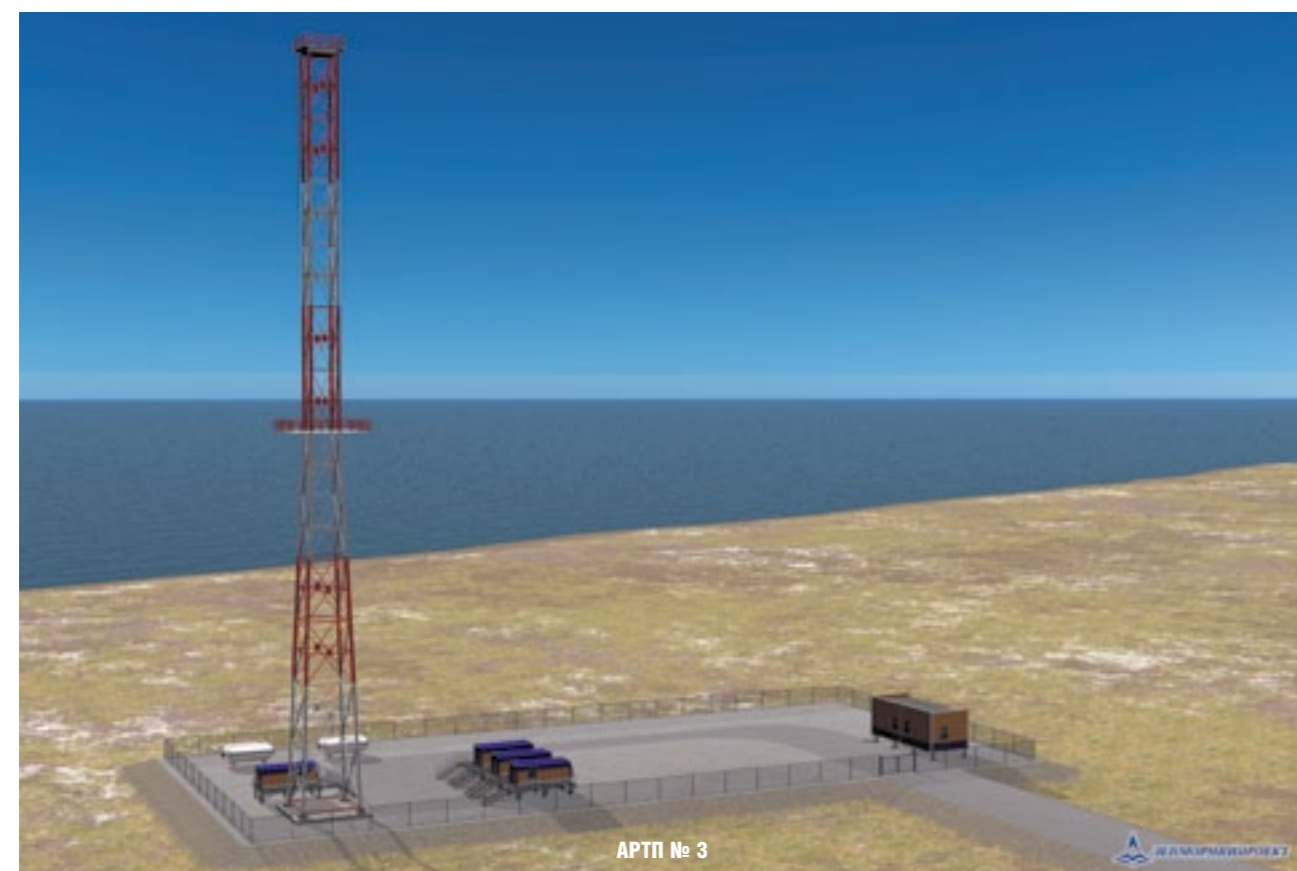
развития ледяной покров достигает в апреле — мае, средняя толщина неподвижного льда в эти месяцы составляет 150 см, а максимальная — 246 см. Если ледообразование проходит сразу после штормов с ветрами южной доли, лед получается более пресный и с большим включением различных взвесей. Такой лед имеет высокое сопротивление на изгиб $\sim 1200\text{ кПа}$, тогда как при обычных условиях $\sim 500\text{--}700\text{ кПа}$. В конце мая, когда лед достигает максимальной толщины, начинается разрушение ледяного покрова в южной части Обской губы. В начале июня под действием ветра и волнения взламывается припай в ее северной части, и северная граница припая смещается до бухты Тамбей. В первой декаде июля взламывается ледяная перемычка в средней части Обской губы. В период вскрытия льда в результате его дрейфа в северном направлении наблюдается значительное торшение льда на восточном берегу Обской губы (на мысе Хонорасле). В целом по ледовым условиям район пос. Сабетта можно признать удачным местом: после вскрытия припая за счет преобладающих ветров и течения акватория легко очищается ото льда; при благоприятных условиях полное очищение губы ото льда наступает в первой декаде июля, а при неблагоприятных — в третьей декаде августа.

Течения

Основное течение направлено на север из Обской губы в Карское море. Скорости течения в районе п. Сабетта: средняя — 0,1 м/с, максимальная — 0,6 м/с.

Отчетный уровень и его обеспеченность

Приливные колебания уровня вызываются приливной волной, приходящей из Карского моря. По мере продвиже-



АРТТ № 3



Ситуационный план



Общий вид объектов административного и подсобно-производственного назначения морского порта



Панорама объектов административного и подсобно-производственного назначения морского порта

ния приливной волны на юг ее скорость и величина прилива уменьшаются. У поселка Тамбей средняя величина сизигийного прилива 1,3 м, причем зарегистрированный максимум составляет 3,5 м. Сгонно-нагонные колебания уровня наблюдаются при активной циклонической деятельности. Ветры северных направлений являются нагонными, а ветры южных направлений — сгонными.

Строительство морского порта

В таких достаточно сложных природных условиях принято решение о строительстве морского порта, основной задачей которого является выполнение комплекса организационных мероприятий по обеспечению приема грузов для строительства объектов обустройства Южно-Тамбейского газоконденсатного месторождения и отгрузки СПГ и ГК на экспорт.

Отгрузка СПГ и ГК

Отгрузку СПГ и ГК планируется производить с двух причальных мест. Каждое причальное место оборудуется пятью стендерами: три — для отгрузки жидкого продукта, один — для возврата паров и один — комбинированного типа. Комбинированные стендеры будут обычно использоваться в качестве стендеров для отгрузки жидкого продукта, однако при необходимости могут применяться в качестве стендеров возврата паров. Отпарной газ, образующийся при отгрузке СПГ, отводится в коллектор отпарного газа через стендер возврата паров и судовой трубопровод возврата паров. Часть отпарного газа будет возвращаться в резервуары хранения СПГ для замещения объема жидкости, удаленного при отгрузке, а из-

быток паров будет направляться на компрессоры отпарного газа.

Отгрузку СПГ планируется вести со скоростью 14000 м³/ч, при которой заполнение танкера вместимостью 170000 м³ будет производиться приблизительно 12 часов. Стендеры отгрузки СПГ рассчитаны на работу со скоростью 3500 м³/ч каждый, так чтобы при использовании комбинированного стендера вместо стендера возврата паров или при отключении одного из стендеров СПГ все равно мог отгружаться при уменьшенной скорости 10500 м³/ч, что приведет к увеличению времени загрузки приблизительно до 16 часов для судна-газовоза объемом 170000 м³.

После каждой операции отгрузки СПГ стендеры дренируются в дренажные емкости причала и продуваются азотом. Пары СПГ из дренажных емкостей отводятся непосредственно в коллектор возврата паров. После завершения отгрузки СПГ жидкая фаза из дренажной емкости вытесняется азотом в линию отгрузки СПГ для возврата продукта обратно в резервуары хранения СПГ.

СПГ поступает на причал по двум отгрузочным трубопроводам производительностью 50% каждый и диаметром 36". Проектом предусмотрена постоянная циркуляция СПГ для поддержания в трубопроводах отгрузки отрицательной температуры — как в режиме хранения, так и в режиме отгрузки при заполнении танкеров.

Основные объекты морского порта

Для обеспечения заданного грузооборота проектом предусмотрена круглогодичная навигация. При этом планируется

строительство портовой инфраструктуры, необходимой для бесперебойной работы отгрузочного терминала.

В составе портовой инфраструктуры планируется строительство объектов как частной, так и федеральной собственности. К объектам федеральной собственности относятся морской канал, акватория, включая подходный канал, огражденные сооружения, якорные стоянки, объекты СНО и безопасности мореплавания; пункт пропуска через Государственную границу. К объектам частного инвестора: перегрузочный комплекс СПГ и ГК, база портового флота и морспецподразделения, объекты административного и подсобно-производственного назначения, инженерное оборудование и сети инженерно-технического обеспечения МП.

Компоновка морского порта

В соответствии с руководством по технологическому проектированию морских портов РД 31.3.01.01-93, выполнено зонирование территории морского порта с выделением следующих функциональных зон: операционная зона перегрузочных комплексов; производственная зона технологических районов; зона инженерно-транспортной инфраструктуры; зона общепортовых объектов; зоны резервных территорий.

Операционная зона перегрузочного комплекса предназначена для размещения основных технических средств порта, непосредственно реализующих перегрузочный процесс: причальных сооружений, перегрузочного оборудования и др.

Производственная зона технологических районов расположена смежно с операционной, на ее территории располо-

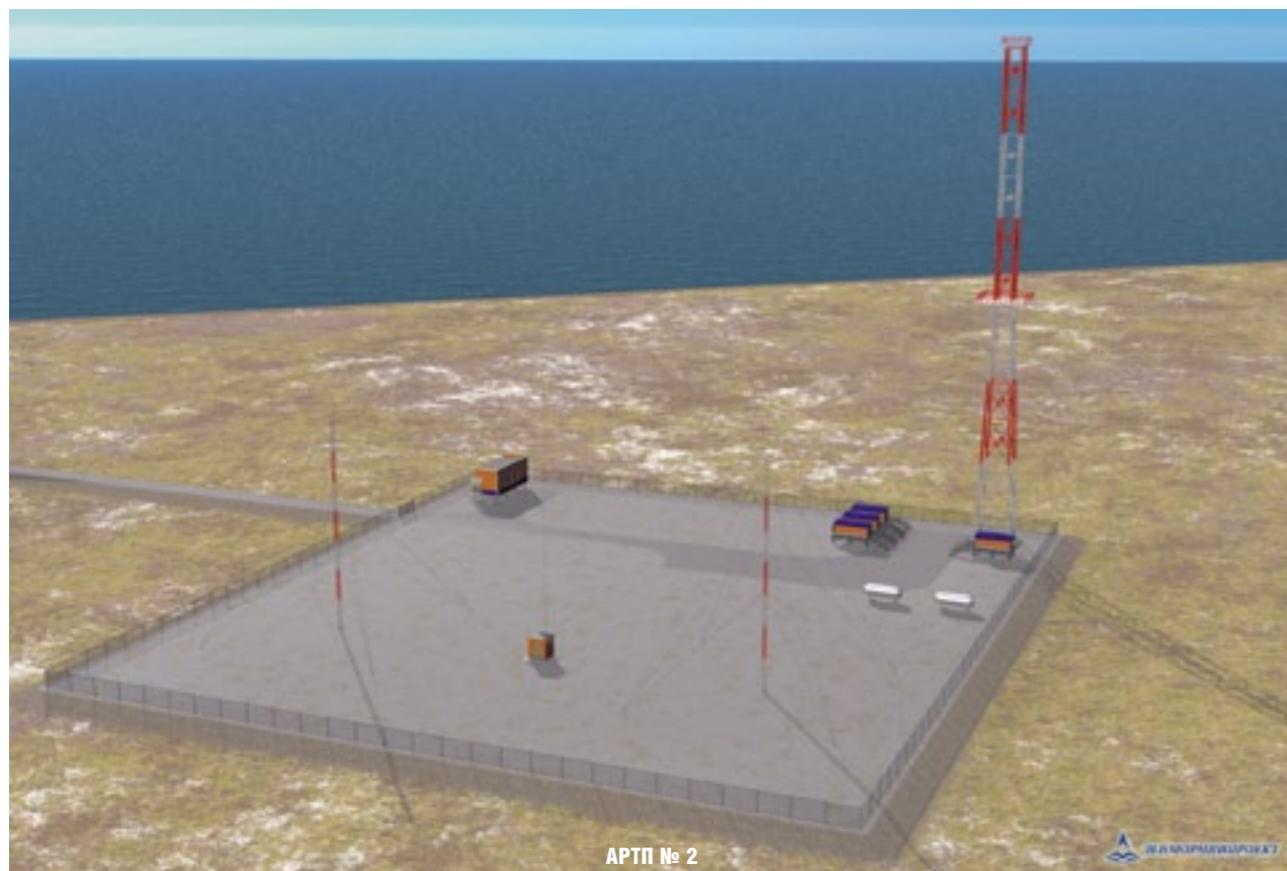
жены склады строительных грузов и тыловой автомобильный грузовой фронт объектов предварительного периода. На перспективу развития морского порта в производственной зоне предусмотрены следующие объекты: площадка хранения строительных материалов, противопожарная насосная станция, заблокированная с ТП, канализационные насосные станции дождевого стока, пост гидрометеорологического наблюдения.

В зоне инженерно-транспортной инфраструктуры размещаются сооружения и коммуникации автомобильного и трубопроводного транспорта, связи, инженерного оборудования. Она занимает около 16% от общей площади МП в ограждении. Въезд в МП осуществляется с юго-западного направления, со стороны тылового автомобильного грузового фронта и зоны общепортовых объектов. С учетом перспективного развития за расчетный срок предусмотрено устройство главного въезда на территорию порта и устройство КПП.

Схема генерального плана разработана с учетом системы зон с особыми условиями использования территорий, формируемых экологическими и санитарно-гигиеническими ограничениями в границах планируемого участка и на прилегающих землях.

Береговые сооружения

В составе ООМП предусмотрены объекты административного, подсобно-производственного и складского назначения. Все здания решены в быстровозводимых металлических конструкциях повышенной заводской готовности. Наружные стеновые ограждающие конструкции выполнены из металлических трехслойных панелей типа «сэндвич» с защитным



АРТП № 2

полимерным покрытием с двух сторон, которое наносится в заводских условиях. Особенностью площадки строительства является наличие вечномерзлых грунтов и насыпных территорий. При строительстве на вечномерзлых грунтах применяется принцип I — вечномерзлые грунты основания используются в мерзлом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего периода эксплуатации сооружения. Фундаменты зданий — незаглубленные и мало-заглубленные, располагающиеся в слое сезонного протаивания/промерзания. Для административно-служебных зданий предусматривается устройство холодных вентилируемых подполий для устранения теплового воздействия сооружения на мерзлые грунты основания. Для зданий производственного назначения, в которые планируется въезд автомашин, предусмотрено устройство полов по грунту, без вентилируемого подполья. Для устранения теплового воздействия сооружения на мерзлые грунты основания полы по грунту предусмотрены с устройством теплоизоляции из пеноплекса.

Гидротехнические сооружения

К основным гидротехническим сооружениям морского порта относятся: морской канал; акватория с подходным каналом; технологическая эстакада ТЭ; причалы для отгрузки СПГ и ГК; оградительные сооружения.

Морской канал

Морской канал предусмотрен в северной части Обской губы и предназначен для обеспечения прохода судов с расчетной осадкой. Протяженность и габариты канала определены в результате выполнения моделирования литодинамических и

ледовых процессов. Ширина морского канала 495,00 м. Проектная отметка дна подходного канала принята -15,1 (БС). При этом длина морского канала составит 48,933 км.

Акватория порта с подходным каналом

Создание акватории и подходного канала ООМП предполагается путем реконструкции акватории и подходного канала ОПП. По своим размерам и проектным отметкам дна создаваемая акватория обеспечивает безопасность морских и грузовых операций транспортных судов. Диаметр разворотного круга принят 600 м (две длины судна). Длина прямолинейного участка от входных ворот для гашения инерции входа равна 1050 м (3,5 длины судна). Ширина операционной акватории у причалов 185,00 м. Ширина подходного канала 495,00 м. Проектная отметка дна подходного канала принята -15,1 (БС).

Технологическая эстакада

ТЭ предназначена для размещения модулей с трубопроводами, по которому будет осуществляться транспортировка СПГ и ГК.

Конструкция основания ТЭ представляет собой закрытый по периметру контур сооружения в виде высокого свайного ростверка. Замкнутый контур может использоваться для размещения грунтов дноуглубления. Данная конструкция рассчитана на восприятие ледовых нагрузок до возможного рефулирования грунта. В основание конструкции погружаются трубчатые сваи диаметром 1420 мм. Сваи крайнего ряда конструкции погружаются под наклоном 4:1, создавая угол наклона к горизонту 75°.

Причалы для отгрузки СПГ и ГК

Линия причального фронта расположена под острым углом к осевой линии подходного канала. Данное плановое положение причалов обеспечивает безопасный вход/выход газозубов на/с канал(а) без вспомогательного флота при эксплуатации порта в ледовый период. Расстояние от хранилища СПГ до площадки причала СПГ и газового конденсата составляет 500 м, расстояние между отгрузочными площадками причалов 515 м.

Оградительные сооружения

Одной из основных задач при проектировании морского порта является защита сооружений акватории порта от воздействия льда и обеспечение его круглогодичной эксплуатации. Необходимость защиты сооружений ото льда была обоснована результатами инженерно-гидрометеорологических изысканий и анализа дрейфа льда в период вскрытия. Во время натурных исследований данные автоматических буев Argos показали реверсивный характер дрейфа льда в прибрежной зоне за счет приливо-отливных явлений, что потребовало ограждения акватории порта как с юго-востока, так и с севера.

При рассмотрении альтернативных вариантов конструктивных решений по ледозащитным сооружениям учитывались следующие задачи: защита причальных сооружений от воздействий дрейфующих ледяных полей; защита от волновых воздействий в летне-осенний период; минимизация заносимости акватории МП от вдольбереговых наносов; минимизация расходов на строительство объектов федеральной собственности; минимизация экологического ущерба.

Кроме того, при выборе конструктивных решений выполнен сравнительный анализ объемов выемки грунта при дноуглублении и способов его перемещения в зависимости от конфигурации оградительных сооружений в плане.

Также при проектировании конструкции оградительных сооружений и выборе компоновки основных ГТС МП в целом были проанализированы и учтены следующие процессы:

- ледовые процессы, особенно при взломе припая в весенне-летний период (июнь), и последующий дрейф льда различных размеров и сплоченностей, зависящий от приливо-отливных явлений, направленности ветровых потоков, усиленного стокового течения на север (по центру Обской губы) и противотечений в прибрежной (до 3 км) части у Ямальского берега, в том числе и за счет стока местных рек (Тамбей, Недарма, Сабетаяха и др.);
- литодинамические процессы в летне-осенний период, связанные с перераспределением донных осадков и взвесей за счет твердого стока местных рек, гидродинамических процессов приливного характера, волнения, течений ветровой природы.

Принципиально конструкция оградительных сооружений схожа с конструкцией ТЭ и на всем протяжении не-

принципиально меняется, изменяются только глубины погружения элементов свайного основания на разных глубинах акватории и размеры эстакады.

Для погружения свайного основания применяется металлический кондуктор, который является несъемным и после погружения используется для раскрепления свай и обеспечения жесткости конструкции. На кондуктор укладывается бетонное покрытие, по которому продвигается строительная техника. Для восприятия ледовых нагрузок с внешней стороны погружается шпунтовый ряд, опирающийся на продольные распределительные пояса. По верху стальных свай предусмотрено устройство железобетонного верхнего строения. С обеих сторон на шпунт устанавливаются железобетонные сборные плиты.

Строительство гидротехнических сооружений планируется круглогодично. В связи с коротким безледовым периодом (продолжительность безледового периода в районе строительства до 90 дней) предусматривается основная технология строительства «пионерным» способом с берега с использованием сухопутных машин и механизмов, передвигающихся по смонтированным несущим конструкциям ледозащитных сооружений, с последующим дноуглублением на акватории. Одновременно в летний период предусматривается строительство ледозащитных сооружений с применением плавсредств.

Погружение свай из стальных труб диаметром 1420 мм предполагается вести вибропогружателем. При необходимости добивка свай до проектных отметок ведется гидравлическим молотом, масса ударной части 14 т, энергия удара 210 кДж. При попадании в зону вечномерзлых грунтов при работах вблизи берега в переходной зоне осуществляется предварительное бурение установкой свайного бурения с обратной промывкой (эрлифтное бурение). Для погружения свайного основания используется металлический кондуктор; на него укладываются сборные плиты, по которым продвигается вперед кран. Все монтажные работы выполняются гусеничными кранами грузоподъемностью 137 т и 160 т.

Инженерная защита и подготовка территории

В состав гидротехнических решений входят мероприятия по инженерной подготовке и защите территории: организация поверхностного стока и строительство очистных сооружений ливневой канализации; укрепление и благоустройство береговых склонов морского побережья; мероприятия по строительству на вечномерзлых и насыпных грунтах.

Современное состояние проекта

Проектная документация, разработанная для строительства морского порта в районе поселка Сабетта, включая создание морского канала, в настоящий момент полностью разработана и скомплектована для направления в государственную экспертизу, что будет сделано в самое ближайшее время. Таким образом, строительство основных объектов морского порта может быть начато летом-осенью 2013 года.

КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В КРИОЛИТОЗОНЕ

Галактионов Э. Ю.,
технический директор
ООО «Старый Дом»

Штефанов Ю. П.,
генеральный директор
ООО «Ньюфрост»

Алипов С. П.,
директор по развитию бизнеса
ООО «Геолинк»

The reliability of Northern building projects is provided by making right complex technical designed solutions. A consortium proposes complex solutions of projection and building problems together with monitoring.

Большинство современных инвестиционных промышленных мегапроектов в нашей стране реализуются в зонах распространения многолетнемерзлых пород (ММП), а значит, требуют особого подхода при выборе проектных решений в части рационального использования криогенного ресурса.

Особо в этом ряду следует выделить масштабный проект ОАО «Новатэк» по производству и отгрузке сжиженного природного газа «Ямал-СПГ». В рамках проекта предусмотрено обустройство Южно-Тамбейского газоконденсатного месторождения, протяженной газосборной и автодорожной сети, аэропорта, а также завода по сжижению газа и морского порта в пос. Сабетта. Практически все объекты данного строительства являются уникальными, как по своим техническим параметрам, так и по природно-климатическим и геокриологическим условиям, в которых они возводятся. А если учесть, что в перспективе порт Сабетта рассматривается региональными и федеральными властями, в т. ч. лично Президентом РФ В. В. Путиным, не как узкоспециализированный порт для транспортировки углеводородов, а как многопрофильный порт для обеспечения грузоперевозок северным морским путем экспортных товаров из всех близлежащих регионов, очевидным становится необходимость гарантированного обеспечения эксплуатационной надежности данного стратегического объекта.

При этом территория п-ова Ямал в целом и участок строительства объектов «Ямал-СПГ» и порта Сабетта характеризуется беспрецедентно сложными инженерно-геокриологическими условиями: высокольдистыми и засоленными многолетнемерзлыми породами, распространением криопэгов, широким температурным диапазоном и наличием заглубленной кровли ММП. Кроме того, данная территория очень чувствительна к малейшим климатическим изменениям и техногенным воздействиям, последствия которых уже выявлены в процессе инженерных изысканий.

Одной из основных задач инвестиционной деятельности является строительство объектов, надежность которых должна быть обеспечена принятием адекватных технических решений на этапе проектирования.

Эксплуатационная надежность зданий и сооружений в криолитозоне определяется преимущественно температурой грунтов оснований, от которой зависят их прочностные и деформационные характеристики. В связи с этим необходимо исключить на этапе проектирования технические решения, не обеспечивающие сохранение грунтов основания в твердомерзлом состоянии в течение всего периода эксплу-

атации. Предпочтение следует отдавать решениям, которые позволяют управлять температурным режимом грунтов, максимально используя естественные природно-климатические условия территории и не допуская необоснованного увеличения негативной нагрузки.

Недоучет особенностей теплового и механического взаимодействия грунтов оснований и инженерных сооружений приводит к оттаиванию мерзлых грунтов, следствием чего могут являться отказы не только оснований и фундаментов, но и технологического оборудования, а в данных условиях опасным является даже незначительное повышение температуры ММП.

Возникают закономерные вопросы:

- какие конкретно проектные решения способны обеспечить надежность оснований и фундаментов в данных условиях;
- достаточно ли эти условия охарактеризованы инженерными изысканиями;
- достаточно ли проектные решения обоснованы расчетными методами;
- апробированы ли они?

Еще год назад, в журнале «Гидротехника» за 2012 г., № 2, был опубликован ряд статей, посвященных передовым научно-техническим решениям и инновационным технологиям обеспечения механической безопасности зданий и сооружений в криолитозоне в условиях снижения несущей способности многолетнемерзлых грунтов под воздействием сочетания естественных климатических изменений и техногенных факторов. Эти статьи были написаны талантливым инженером и ученым, доктором технических наук Александром Петровичем Поповым в соавторстве с коллегами, вместе с которыми он посвятил десятилетия жизни промышленному освоению территорий Приполярных регионов, Якутии и Западной Сибири, в том числе и п-ова Ямал.

Уже почти год нет с нами Александра Петровича Попова, слишком рано ушедшего из жизни. Однако он оставил нам обустроенные и введенные в эксплуатацию объекты, разработанные и внедренные технологии, передовые идеи и ноу-хау, а также сформированный при его непосредственном участии научно-производственный консорциум, успешно решающий весь спектр задач в области геотехники в криолитозоне.

Компании консорциума обладают значительным опытом работы и референцией реализованных проектов на объектах, расположенных в регионах со сложными инженерно-геокриологическими условиями строительства и эксплуата-



ции, и предлагают широкий ряд решений по оптимизации и комплексированию современных технологий при обосновании новых проектов и проектов реконструкции в части общего укрепления и защиты грунтов оснований и фундаментов от негативных природно-геокриологических процессов, что в большинстве случаев позволяет обеспечить:

- минимизацию типоразмерного ряда свайных фундаментов;
- снижение материалоемкости и стоимости «нулевых циклов», сокращение объемов земляных и свайных работ;
- повышение технологичности и скорости строительства фундаментов;
- обеспечение проектных мерзлотных условий грунтов оснований на весь период эксплуатации;
- общее повышение надежности оснований и фундаментов;
- оптимальный комплекс работ по контролю состояния оснований, фундаментов, основных несущих конструкций и оборудования на стадии эксплуатации.

Взаимно дополняя друг друга, компании консорциума предлагают комплексное решение задачи, включающее:

1. квалифицированную разработку проектной и рабочей документации по разделам «Основания и фундаменты», «Термостабилизация грунтов», «Геотехнический мониторинг» с использованием современных сертифицированных программно-аппаратных средств и методик на основе нормативных расчетов, подкрепленных имитационным геокриологическим моделированием в сертифицированной программе TermoStab 67-87, с учетом реально формируемых в процессе эксплуатации условий формирования теплообмена в геотехнических системах и различных сценариев потепления климата;

2. изготовление, поставку, шеф-монтаж и сдачу в эксплуатацию установок термостабилизации грунтов на базе отдельно стоящих термостабилизаторов и современных отечественных систем «Мульти-GET ТСГ Протвино» и других инновационных решений ООО «Ньюфрост» — разработчика и производителя оборудования;

3. изготовление, поставку, шеф-монтаж, пусконаладку и сдачу в эксплуатацию как ручных, так и автоматизированных систем комплексного геотехнического мониторинга на базе сертифицированной продукции ООО «Геолинк» — разработчика и производителя оборудования и систем телеметрии.

Руководители и ведущие сотрудники ООО «Старый Дом» являются соразработчиками СТО Газпром 2-3.1-071-2006 и 2-3.1-072-2006 «Регламенты на организацию и проведение геотехнического мониторинга объектов газового комплекса в криолитозоне» и СТО Газпром 2-2.1-435-2010 «Проектирование оснований, фундаментов, инженерной защиты и мониторинга объектов ОАО «Газпром» в условиях Крайнего Севера». Имеют многолетний опыт решения проблем в части оснований и фундаментов объектов нефтегазового комплекса на севере Западной Сибири (добывающих скважин, газопроводов, автомобильных и железных дорог, УКПГ, ДКС и объектов инфраструктуры), в том числе потерявших устойчивость в процессе эксплуатации, прежде всего крупных месторождений углеводородов, разрабатываемых ОАО «Газпром»: Медвежьего, Юбилейного, Ямсовейского, Уренгойского, Ямбургского, Заполярного, Бованенковского, Харасавэйского и др. При разработке проектных решений ответственных объектов в сложных природно-климатических условиях для обеспечения стабильности оснований и фундаментов специали-



Рис. 1. Модули семейства Невод

сты ООО «Старый Дом» используют индивидуальный подход к каждому объекту. Типовое проектирование без детальной адаптации к конкретным природно-техническим условиям не допускается. Выбор технических решений и конструктивных особенностей оснований и фундаментов на стадии проектирования основывается на результатах многовариантного анализа и прогнозирования состояния объекта с учетом неблагоприятных сочетаний внешних воздействий. С этой целью особое внимание уделяется экспертному анализу результатов инженерных изысканий, выявлению возможных опасных криогенных процессов и оценке факторов, формирующих естественный температурный режим грунтов до освоения территории и после. Сотрудниками компании под научным руководством А. П. Попова разработан сертифицированный программный комплекс TermoStab 67-87 — мощный инструмент для 3D-моделирования и численного прогноза температурного поля многолетнемерзлых грунтов. В настоящее время компания выполняет работы в интересах не только отечественных, но и зарубежных заказчиков.

ООО «Ньюфрост» на сегодняшний день является одной из ведущих российских компаний в сегменте разработки и производства специализированного оборудования для термостабилизации мерзлых грунтов. Среди более чем ста заказчиков компании — крупные подрядные организации, осуществляющие строительство объектов нефтегазового комплекса, транспорта, промышленной и гражданской инфраструктуры. Серьезный научно-производственный потенциал позволяет компании не только своевременно поставлять значительный объем своих изделий многочисленным заказчикам, но и осу-

ществлять инновационные разработки. В частности, близится к завершению разработка термостабилизатора круглогодичного действия; освоена «космическая» технология применения в изделиях тепловых труб. Разрабатывается конструкция уникального глубинного устройства для внедрения в составе системы термостабилизации при капитальном ремонте плотины на ручье Певек (Чукотка).

ООО «Геолинк» уже 10 лет проектирует и внедряет системы геотехнического мониторинга объектов, расположенных в криолитозоне. Среди реализованных проектов по этому направлению: автоматизированная система температурного контроля грунтов оснований объектов ГМК «Норильский никель», АК «Алроса», плотины с мерзлым ядром Билибинской АЭС, башни радиорелейной линии связи Бованенково — Надым, поставка оборудования по заказам НК «Роснефть» и АК «Транснефть». Компания является разработчиком и производителем средств измерений для систем термометрии, инклинометрии, контроля напряженно-деформированного состояния зданий и сооружений; оборудования для сбора, обработки и передачи данных; программно-аппаратных комплексов для оснащения центров мониторинга и диспетчеризации. В настоящее время проводятся испытания опытного образца нового изделия — автономного скважинного инклинометра, разработанного по заказу ОАО «РЖД» для мониторинга состояния грунтов высоких насыпей и оползневых косогоров.

Все входящие в консорциум компании сертифицированы на соответствие требованиям ISO 9001, имеют свидетельства СРО о допуске к проектно-изыскательским и строительным работам, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства, включая особо опасные и технически сложные объекты.

Таким образом, сегодня наши компании представляют собой научно-производственное объединение, обладающее необходимыми технологиями, высокопрофессиональными и опытными кадрами, значительными производственными возможностями, наработанными типовыми проектными решениями, широким спектром апробированного сертифицированного оборудования. Все это делает консорциум оптимальным подрядчиком в проектах любого масштаба для надежного решения задачи обеспечения устойчивости оснований и фундаментов объектов как по проекту «Ямал-СПГ», так и любых объектов, обустраиваемых в зонах распространения ММП.



ООО «Ньюфрост»
Тел. (916) 226-91-19
Факс (4967) 74-87-06
E-mail: newfrost@bk.ru
www.newfrost.ru
www.ouoldhome.ru



ООО «Старый Дом»
117628 Москва, а/я 55,
144000 г. Электросталь,
ул. Красная, 30 Б, оф. 509
Тел./факс 8 (495) 526-30-36
Тел.: 8 (496) 574-43-11,
(967) 275-69-31
E-mail: info@ouoldhome.ru
www.ouoldhome.ru



ООО «Геолинк»
Москва,
Варшавское шоссе, д. 37А
Тел. (495) 380 16 82
Факс (495) 380 16 81
www.geolink.ru

МАНТА ГРУНТОВЫЕ АНКЕРЫ

000 «ТПК»
Санкт-Петербург, Богатырский пр., д. 18, корп. 2, оф. 205
Тел.: (812) 329-88-67, 324-97-55, e-mail: sale@tpk-stroy.ru; www.tpk-stroy.ru

Грунтовые анкерные системы

ЗА 30 МИНУТ

УСТАНОВКА АНКЕРА

ПРЕИМУЩЕСТВА АНКЕРОВ МАНТА RAY:

- быстрая и простая установка за 30 минут
- немедленная проверка несущей способности
- низкая стоимость по сравнению с традиционными применениемными видами анкеров

The Ecology and Hydraulic Engineering section describes the practice of one of Russia's biggest ports, commercial seaport Ust-Luga, in environment safety procedures during port construction and operation. Goals and directions of the international project "Ust-Luga - an environment-friendly port" are also specified. The project united Baltic countries in solving environmental problems of Baltic Sea and Gulf of Finland. The resolutions of the International Conference that took place within the "Environment-friendly port" project in February of 2013 in St.-Petersburg are presented as well.

Журнал «ГИДРОТЕХНИКА» продолжает серию публикаций о положительном опыте решения экологических задач в гидротехническом строительстве. Редакция выражает надежду, что в год охраны окружающей среды, объявленный в России, этот опыт будет достоин должного внимания и получит широкое распространение.

В этом номере мы представляем морской торговый порт Усть-Луга, который отличается не только современными технологиями и стремительным развитием, но и жесткой экологической политикой управляющей организации, что в целом определяет экологическую ситуацию в юго-восточной части Финского залива.

Портостроение, как и любое строительство, всегда сопряжено с экологическими проблемами. Да и в процессе эксплуатации портовых сооружений нередко возникают угрозы экологии, как на воде, так и в береговой зоне. Однако, если строительство и эксплуатация ведутся современными технологиями с соблюдением всех требований обеспечения экологической безопасности, в итоге ситуация с экологией может измениться в лучшую сторону в сравнении с периодом до начала строительства.

В порту Усть-Луга не только продолжается строительство, но и эксплуатируются причалы по перевалке продуктов, требующих особо пристального с экологической точки зрения обращения: нефти, угля, минеральных удобрений. Поэтому к порту приковано повышенное внимание не только местных экологических организаций, но и наших зарубежных соседей по Балтийскому морю. Знаменателен тот факт, что именно порт во главе с управляющей компанией выступил с инициативой международно-го сотрудничества по обеспечению экологической безопасности Лужской губы и юго-восточной части Финского залива. Так появился международный проект, уже своим названием подчеркивающий открытость экологической политики порта, — «Усть-Луга: экологически дружественный порт», старт которому был дан на прошедшей в Санкт-Петербурге международной конференции.

Все организации и компании, управляющие строительством и деятельностью действующих терминалов, изначально нацелены на минимизацию экологического ущерба, на максимальное сохранение заповедной зоны Лужской губы, ее природного и этнического своеобразия. В целях систематизации действий по обеспечению экологической безопасности при строительстве и эксплуатации порта в структуре управляющей организации ОАО «Компания Усть-Луга» создано и эффективно действует специальное подразделение — ЗАО «КинЭК» (Кингисеппская экологическая компания).

Надеемся, что опыт морского торгового порта Усть-Луга в решении задач обеспечения экологической безопасности вызовет интерес у специалистов и побудит представить свое видение решения экологических проблем в гидротехническом строительстве.

Редакция выражает глубокую признательность за сотрудничество ОАО «Компания Усть-Луга» и лично И. И. Спартаковой, М. Е. Лебедевой; ЗАО «Кингисеппская экологическая компания»; Национальной контейнерной компании; ФГУП «Росморпорт»; РГТМУ и лично М. Б. Шилину. Фотографии предоставлены ОАО «Компания Усть-Луга».

5.

92-102

ЭКОЛОГИЯ И ГИДРОТЕХНИКА. УСТЬ-ЛУГА: ЭКОЛОГИЧЕСКИ ДРУЖЕСТВЕННЫЙ ПОРТ



МОРСКОЙ ТОРГОВЫЙ ПОРТ УСТЬ-ЛУГА: ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аксенова Ю. В.,
генеральный директор
ЗАО «Кингисеппская
экологическая компания»

В соответствии с Конституцией Российской Федерации каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам, которые являются основой устойчивого развития, жизни и деятельности народов, проживающих на территории Российской Федерации. Лужская губа — одно из уникальных по природному и этническому своеобразию мест в России. Поселение Усть-Луга находится в одном из красивейших мест северо-запада России — в низовьях реки Луги и на побережье Финского залива, занимает площадь в 26630 га и включает в себя 13 населенных пунктов с 2400 жителями — от самого густонаселенного пункта Усть-Луга (2000 человек) до деревни Липпово (3 постоянно проживающих жителя). В конце XIX в. местными жителями были финны, ижоры, воедь, но на сегодняшний день национальные особенности значительно стерты. По последним данным, на территории Усть-Лужского округа русские составляют 81%. Но в местах своего постоянного проживания финны составляют 53%, а ижоры 22% населения (этнографы утверждают, что в действительности их больше). Этнические особенности территории учитывались при строительстве порта, и на сегодняшний момент одним из основных направлений экологической политики порта является сохранение коренного этноса.

На территории Усть-Лужского сельского поселения находится государственный охотничий заказник «Кургальский». Он занимает земли Кургальского полуострова, где фауна характеризуется значительным разнообразием. Наибольшую ценность представляют балтийская кольчатая нерпа и находящийся под угрозой уничтожения серый тюлень. Здесь также произрастает 90 видов растений, подлежащих охране на территории Ленинградской области. Болото «Кургальский мох» — одно из крупнейших в районе, где имеются значительные запасы торфа.

Для Схемы генерального плана МТП Усть-Луга разработано экологическое обоснование, содержащее в своем составе материалы ОВОС. Оценка воздействия на окружающую среду выполнена, исходя из «Положения об оценке воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации», были получены согласования в государственных надзорных органах на региональном и федеральном уровнях.

Полностью вернуться к первобытному состоянию Финского залива, во многом утраченному до строительства большого порта, с его богатой фауной, где были когда-то и осетры, и обилие лососевых и сиговых рыб, характерных для Ленинградской области, чрезвычайно трудно, может быть, и невозможно. Но разумное размещение в регионе промышленных предприятий, внедрение малоотходных и безотходных технологий, регулирование промысла и организация вспомогательных предприятий, поддерживающих запасы ценных исчезающих видов в море и реках, помогут восстановить многое, о чем свидетельствует как отечественный опыт некоторых регионов, так и опыт соседей по Балтийскому морю.

Неотъемлемой частью экологической политики ОАО «Компания Усть-Луга» являются меры и средства защиты окружающей среды, реализованные в порту в целом и на терминалах с экологически опасными продуктами. К основным видам воздействия на акваторию Лужской губы при эксплуатации перегрузочных комплексов и общепортовых объектов МТП Усть-Луга относятся загрязнение вод акватории сточными водами с территории комплекса и загрязнение вод акватории с судов.

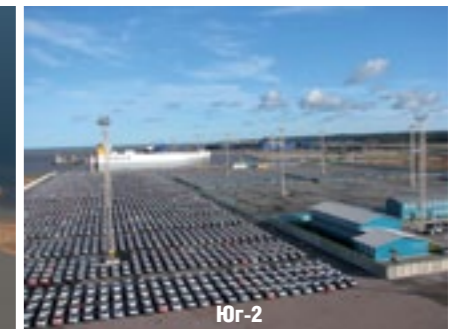
Организованный сбор поверхностных сточных вод в ливневую канализацию и их очистка исключают поступление загрязненного стока непосредственно с территории порта в акваторию Лужской губы. Принимаемые в проектах перегру-



Серный терминал



Строительство порта



Юг-2



У причала автомобильно-железнодорожного паромного комплекса



Контейнерный терминал

зочных комплексов порта сооружения для очистки поверхностных сточных вод, производственных и бытовых сточных вод обеспечивают качество очищенных сточных вод на выпуске в акваторию губы на уровне требований, предъявляемых правилами охраны от загрязнения прибрежных вод морей, СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» и ХЕЛКОМ, без учета разбавления. Своевременный вывоз отходов на лицензированные предприятия по их переработке минимизирует экологические ущербы.

Предотвращению загрязнения вод акватории способствуют следующие решения и мероприятия, предусматриваемые в проектах перегрузочных комплексов: организация сбора и удаления с территории комплексов и с судов производственных и бытовых отходов, организация мер по предупреждению аварий, связанных с утечками и разливами нефтепродуктов, мер по локализации, ликвидации и минимизации последствий аварий.

Поскольку строительство порта продолжается, то особое внимание уделяется обеспечению экологической защиты и компенсационным мерам при строительстве новых терминалов и работе в береговой зоне. Территория порта создается за счет освоения мелководной прибрежной зоны путем намыва песчаных грунтов, попутно извлекаемых при дноуглубительных работах на акватории порта. Выполнение гидромеханизированных работ при строительстве порта (намыв территории, дноуглубление) на акватории Лужской губы приводит к образованию зоны повышенной мутности, в которой создаются неблагоприятные условия для жизни рыб и организмов, составляющих их кормовую базу. Происходит ухудшение условий существования обитателей водной среды, как растительных, так и животных форм, снижение биопродуктивности водного объекта. Несмотря на то, что воздействие повышенной мутности носит временный характер на период проведения работ, оно негативно сказывается на воспроизводстве рыбных запасов.

Для охраны запасов нерестующих рыб и предотвращения образования дополнительного ущерба рыбным запасам соблюдается запрет на проведение строительных работ в период нереста, сроки запрета производства работ согласовываются с органами рыбоохраны. На период проведения работ осуществляется локальный рыбохозяйственный мониторинг.

Как социально ответственная организация «Компания Усть-Луга» основной задачей экологической политики ставит минимизацию экологического ущерба от производственной деятельности и компенсацию негативных последствий. Стремясь сохранить первозданные заповедные уголки в этом районе, компания участвует в реализации экологической программы, цель которой — восстановление запасов рыбы, гнездовья птиц, численности зверей и зеленых насаждений. Чтобы поддержать, к примеру, запасы лосося, на специаль-

ных рыбозаводных заводах выращивают и потом выпускают в реки миллионы мальков, которые уходят в море, пополняя стадо балтийского лосося. Строго соблюдаются международные правила, устанавливающие ограниченные объемы вылова (квоты) лососевых для стран Балтийского моря в соответствии с их вкладом в искусственное воспроизводство этих рыб. Процесс искусственного пополнения рыб очень дорогой, но неизбежный в связи активизацией хозяйственной деятельности и со строительством в Лужской губе.

В соответствии с природоохранным законодательством в МТП Усть-Луга уделяется серьезное внимание охране окружающей среды. Экологический мониторинг выполняется на всех стадиях реализации объектов при проектировании, строительстве и эксплуатации.

1. При разработке проектной документации объекта в составе раздела «Охрана окружающей среды» разрабатывается программа экологического мониторинга.

2. При строительстве заказчик-застройщик обязан заключить договор на проведение работ по мониторингу строительства объекта, провести необходимые исследования и на основании полученных фактических данных выполнить расчет платы за негативное воздействие на окружающую природную среду и оплатить ущерб.

Экологические проблемы Финского залива и Балтики решаются на международном уровне. Так, ОАО «Компания Усть-Луга» и порты юго-восточной Финляндии объединили усилия с представителями научного сообщества и властями в рамках проекта «Экологически дружелюбный порт» для решения вопросов экологии и устойчивого развития Финского залива. Проект финансируется Программой приграничного сотрудничества в рамках Инструмента европейского соседства и партнерства ЕИСП «Юго-восточная Финляндия — Россия». Целью проекта является улучшение состояния природной среды восточной части Финского залива путем установления тесного сотрудничества между гражданами, участниками хозяйственной деятельности и властями на основании «зеленого» подхода, «зеленой» экономики и экологического мышления для устойчивого развития региона.

Опыт «Компании Усть-Луга» и компаний, ведущих строительство своих терминалов в порту Усть-Луга, показывает, что если все участники строительства действуют в рамках единой экологической политики, жестко следуя российским и международным законодательным актам экологической направленности, используют технологии, способные минимизировать экологический ущерб, реализуют компенсационные меры и технологии экологической защиты, в системе ведут экологический мониторинг и оперативно реагируют на его результаты, то экологическая безопасность при строительстве и эксплуатации портовых сооружений может быть обеспечена на самом высоком уровне.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА ОАО «РОСТЕРМИНАЛУГОЛЬ»

Кумачева Е. И.,
инженер-эколог 1 кат.,
ОАО «Ростерминалуголь»

Угольный терминал, эксплуатируемый ОАО «Ростерминалуголь», является первым реализованным проектом в морском торговом порту Усть-Луга. Общество является и намерено в долгосрочной перспективе оставаться самым крупным, мощным, современным, безопасным и надежным многофункциональным специализированным портовым технологическим комплексом по перевалке угля на Балтике.

Координацию работы терминала в течение последних 2 лет успешно осуществляет ООО «Северо-Западная управляющая компания». ОАО «Ростерминалуголь», как и его партнеры, на одно из первых мест ставит надежность и безопасность услуг по перевалке угля для людей и окружающей среды. Перегрузочный комплекс оснащен самыми современными технологиями по защите окружающей среды от загрязнения. Работают установки очистки сточных вод, аспирационные системы. Практически исключено попадание угля в акваторию Финского залива. Для борьбы с пылью установлена система орошения угольных штабелей на складах в летний период. С целью нейтрализации угольной пыли в зимний период приобретена снегоделательная машина.

Обществом реализуются проектные решения по реконструкции очистных сооружений с использованием наилучшей природоохранной практики на всех источниках загрязнения и наилучшей имеющейся технологии, с сокращением до минимума сбросов в водный объект. Основным поставщиком оборудования для реконструкции комплекса очистных сооружений является немецкая фирма, выбранная по критериям использования наилучших природоохранной практики и имеющейся технологии.

С целью определения негативного воздействия на окружающую среду на предприятии проводится производственный экологический контроль. Организован мониторинг состояния окружающей среды в зоне воздействия объекта. Проводятся лабораторные исследования воздуха, шума

в рабочей, санитарно-защитной и жилой зоне, лабораторные исследования сточных и поверхностных вод. Однако все вышеперечисленное является обязательными и естественными мероприятиями для социально и экологически ориентированных предприятий.

Заказчиков и акционеров все больше беспокоят вопросы воздействия их деятельности, продукции и потребляемых ими услуг на окружающую среду. Они требуют от организаций соблюдения экологических стандартов и подтверждения предпринимаемых ими усилий для снижения вредного воздействия на окружающую среду в процессе осуществления повседневной деятельности. Эта задача может быть непростой, но она также представляет собой возможность продемонстрировать ответственное отношение предприятия к окружающей среде, получить конкурентное преимущество и предоставить своим существующим и потенциальным клиентам подтверждение своих принципов.

В настоящее время для реализации данных задач ОАО «Ростерминалуголь» по инициативе своей управляющей организации — ООО «Северо-Западная управляющая компания» — проходит процедуру сертификации системы менеджмента на соответствие международным стандартам ISO 9001 и ISO 14001. Причем стандарт ISO 14001 устанавливает требования к системе экологического менеджмента, позволяющие организации разработать и внедрить экологическую политику и цели, учитывающие законодательные и другие требования, которые организация обязалась дополнительно выполнять в области защиты окружающей среды.

На сегодняшний день экологический имидж предприятия стал важен не только для зарубежных, но и для российских заказчиков. Поэтому ОАО «Ростерминалуголь» не намерено останавливаться на достигнутом и планирует совместно с другими терминалами порта Усть-Луга участвовать в программах по совершенствованию систем контроля и защиты окружающей среды.



Угольный терминал

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА ОАО «УСТЬ-ЛУЖСКИЙ КОНТЕЙНЕРНЫЙ ТЕРМИНАЛ»

Национальная контейнерная компания (НКК) — ведущий в России и СНГ оператор контейнерных терминалов. Сеть терминалов НКК включает: Первый контейнерный терминал в порту Санкт-Петербург; Усть-Лужский контейнерный терминал в порту Усть-Луга Ленинградской области; Контейнерный терминал Ильичевск, Украина; тыловой контейнерный терминал и логистический центр «Логистика-Терминал» в Шушарах, Санкт-Петербург.

В современных условиях жесткой конкуренции на рынке контейнерных операций оставаться лидером отрасли возможно только при внедрении передовых технологий — как для перевалки контейнеров, так и для обеспечения экологи-

ческой безопасности и соблюдения требований охраны окружающей среды.

Усть-Лужский контейнерный терминал (УЛКТ) начал работу в декабре 2011 г. Терминал запроектирован как крупный международный транзитный порт, обслуживающий океанские и фидерные судоходные линии. На сегодняшний день реализована программа строительства 1-й очереди терминала.

Уникальность УЛКТ в том, что он изначально проектировался как контейнерный терминал на вновь образованной территории, а не встраивался в существующую портовую инфраструктуру. Это обстоятельство позволило заложить в проект передовые решения в части выполнения перегрузоч-

ных работ, организации труда персонала и охраны окружающей среды, которые получили положительное заключение Экологической экспертизы, Главгосэкспертизы России, а первая очередь терминала была сдана СЗУ Ростехнадзора.

Перевалка контейнеров — самый «чистый» вид стивидорных работ в порту. Все грузы, которые обрабатываются на терминале, находятся в контейнерах, тем самым полностью исключается их влияние на экологическую обстановку. Основные меры по соблюдению экологической безопасности на УЛКТ направлены на работу с промышленными и бытовыми отходами. Также важно отметить, что соблюдаются соответствие требованиям охраны окружающей среды таких объектов, работающих на терминале, как котельная, топливо-заправочный пункт для заправки портовой техники, ремонтно-механическая мастерская, технологический автотранспорт, работающий на дизельном топливе.

Комплекс мероприятий по охране окружающей среды на УЛКТ включает три основных направления:

1. Инженерно-техническое направление:

- Использование перегружателей на электрическом приводе. Это исключает выбросы в атмосферу отработанных газов и значительно снижает уровень шума от терминала.
- Использование современного котельного оборудования, работающего в автоматическом режиме. В зависимости от температуры наружного воздуха регулируется температура теплоносителя. Это позволяет существенно экономить топливо, минимизировать выбросы отработанных газов.
- Очистка хозяйственно-бытовых стоков на собственной станции биологической очистки блочно-модульного типа «Ерш» «Е-400М1БПФ», позволяющей перерабатывать стоки с помощью бактерий. На выходе из станции получается вода, имеющая высокую степень очистки, и иловый осадок (продукт переработки бактериями стоков), который утилизируется на специализированном полигоне.
- Строительство на территории терминала очистных сооружений ливневых стоков. Система ливневой канализации построена таким способом, что улавливается весь мусор, песок и нефтепродукты, которые вместе с дождевыми стоками попадают в канализацию с асфальтового покрытия терминала. После проведения данных мероприятий вода также имеет высокий показатель очистки. За образовавшимися стоками ведется постоянный контроль — со стороны как инженерных служб терминала, так и кон-

тролирующих органов. Делаются анализы проб на соответствие стоков нормам по степени очистки в установленные законодательством сроки.

- Оснащение станочного и сварочного оборудования, расположенного в ремонтно-механической мастерской (РММ), фильтрами очистки воздуха со степенью очистки до 98%.
- Оснащение теплового оборудования горячего цеха столовой вентиляционными вытяжными зонтами со встроенными фильтрами со степенью очистки 95,9%.

2. Компенсационное эколого-экономическое направление:

- Возмещение ущерба, нанесенного рыбным запасам (биоресурсам) в акватории залива при производстве работ по образованию территории терминала, при помощи намыва песка и дноуглублением вдоль причальной стенки.
- Внесение платы за негативное воздействие на окружающую среду за размещение твердых бытовых, промышленных отходов, образующихся в процессе хозяйственной деятельности.

3. Нормативно-разрешительное направление:

- Разработка и рассмотрение в контрольно-надзорных органах программы локального экологического мониторинга и производственного экологического контроля на период строительства и эксплуатации объекта.
 - Разработка проекта нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР) и проекта предельно допустимых выбросов (ПДВ).
 - Организация мест безопасного сбора, накопления отходов производства и потребления.
 - Заключение договоров с лицензированными организациями на вывоз, размещение, переработку или обезвреживание всех видов отходов, образующихся в процессе строительства и эксплуатации объекта.
 - Разработка паспортов опасных отходов, образующихся в процессе строительства и эксплуатации объекта.
 - Разработка программы производственного экологического контроля в области обращения с отходами.
- Выполнение данного комплекса мероприятий показывает, что техногенное влияние на окружающую среду находится в пределах допустимого и не приводит к необратимым процессам в природе.

Информация подготовлена Национальной контейнерной компанией.



Контейнерный терминал



Внутри комплекса очистных сооружений (фото компании «Экос»)



Комплекс очистных сооружений хозяйственно-бытовых сточных вод на контейнерном терминале

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАРОМНОГО КОМПЛЕКСА В МОРСКОМ ПОРТУ УСТЬ-ЛУГА

Автомобильно-железнодорожный паромный комплекс в морском порту Усть-Луга (далее — АЖПК) предназначен для приема и обработки железнодорожных и автомобильных паромов. Его эксплуатация осуществляется с полным соблюдением природоохранных требований.

Сточные воды с АЖПК отводятся на очистные сооружения. Для очистки бытовых сточных вод от зданий, расположенных на территории объекта, используются водоочистной комплекс УКОС-БИО-50, очистка поверхностных сточных вод производится на блочно-модульном водоочистном комплексе (БМВК) УКОС-Д-20.

На территории АЖПК существует производственно-ливневая и хозяйственно-бытовая канализация. Сброс очищенных хозяйственно-бытовых, производственных и ливневых сточных вод осуществляется по выпуску № 1 в Лужскую губу Финского залива. Производственный экологический контроль, а также контроль за состоянием воды в водоприемнике осуществляют специализированные лицензированные организации в соответствии с согласованной с Невско-Ладоским бассейновым водным управлением Росводресурсов программой регулярных наблюдений за водным объектом и его водоохранной зоной.

Теплоснабжение зданий и сооружений паромного комплекса осуществляется от блочной котельной, расположенной на территории комплекса, — основного стационарного источника воздействия на атмосферный воздух. Оборудование котельной регулярно проходит техническое обслуживание и планово-профилактический ремонт в соответствии с установленным графиком.

На предприятии организованы две площадки для временного хранения отходов, откуда они по мере накопления передаются на переработку предприятиям соответствующего профиля или для размещения на специализированных объектах общегородского значения. Вывоз отходов осуществляется на основании договоров с лицензированными предприятиями.

Принимая во внимание, что Усть-Лужское управление Северо-Западного бассейнового филиала ФГУП «Росморпорт» является оператором паромного комплекса, через который осуществляется транспортировка железнодорожных цистерн с нефтью и нефтепродуктами, разработан в установленном порядке план ликвидации разливов нефти. Северо-Западным бассейновым филиалом ФГУП «Росморпорт» на договорной основе привлекаются профессиональные аварийно-спасательные формирования для несения аварийно-спасательной готовности к ликвидации разливов нефтепродуктов в случае возникновения аварийных ситуаций.

Для оказания услуг по сбору отходов с судов ФГУП «Росморпорт» приобрел Комплекс по сбору судовых отходов, в составе которого:

- судно комплексной переработки отходов «СКПО-3»;
- сборщик льяльных вод «Краковец»;
- инсинераторная установка;
- автомашины для перевозки отходов.

С 1 февраля 2013 г. в морском порту Усть-Луга за услуги по сбору, транспортировке, обезвреживанию и утилизации судовых отходов III–IV классов опасности, на основании приказа Минтранса России от 31.10.2012 № 387, с российских и иностранных судов, заходящих в морской порт, взимается экологический сбор по следующим ставкам:



- а) для судов заграничного плавания:
 - все суда, кроме накатных, наплавных, контейнеровозов и наливных, 2,97 руб./1 GT;
 - контейнеровозы 2,08 руб./1 GT;
 - накатные и наплавные суда 1,04 руб./1 GT;
 - наливные суда 3,26 руб./1 GT.
- б) для судов в каботажном плавании:
 - все суда, кроме накатных, наплавных, контейнеровозов и наливных, 1,48 руб./1 GT;
 - контейнеровозы 1,04 руб./1 GT;
 - накатные и наплавные суда 0,52 руб./1 GT;
 - наливные суда 1,63 руб./1 GT.

Экологический сбор оплачивается по рейсу (каботажному или заграничному), каким судно вошло в морской порт Усть-Луга. Экологический сбор в морском порту Усть-Луга включает оплату всех операций, связанных с приемом судовых отходов (подача и уборка плавсредств, предоставление контейнеров и других емкостей для сбора мусора, перегрузочные операции, шланговка, отшланговка и др.). Судно, не сдавшее судовые отходы в морском порту Усть-Луга, от оплаты экологического сбора не освобождается.

Для судов, оснащенных природоохранным оборудованием и использующих его для утилизации всех видов судовых отходов и загрязнений, имеющих соответствующие свидетельства о предотвращении загрязнения моря нефтью, сточными водами и мусором, к ставкам экологического сбора применяется коэффициент 0,5.

- От оплаты экологического сбора освобождаются:
 - суда, заходящие в морской порт Усть-Луга без выполнения грузовых и пассажирских операций;
 - суда, осуществляющие грузовые или другие операции только на внешнем рейде морского порта Усть-Луга;
 - несамоходные суда;
 - транзитные суда;
 - пассажирские суда.

Порядок оказания Северо-Западным бассейновым филиалом ФГУП «Росморпорт» услуг по сбору, использованию, обезвреживанию и размещению отходов III–IV классов опасности с морских судов, находящихся на акватории морского порта Усть-Луга, и в установленном порядке оплачивающих экологический сбор, определяется приказом директора Северо-Западного бассейнового филиала.

Информация предоставлена Северо-Западным филиалом ФГУП «Росморпорт».

НАУКА, БИЗНЕС И ВЛАСТЬ ОБЪЕДИНИЛИСЬ В РЕШЕНИИ ВОПРОСОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ ЛУЖСКОЙ ГУБЫ

Важным экологическим событием начала 2013 г., непосредственно связанным с портостроением, стало формирование российско-финского проекта «Экологически дружественный порт»: порт Усть-Луга и порты юго-восточной Финляндии объединяют усилия с представителями научного сообщества и муниципальными властями в решении вопросов устойчивого развития береговой зоны восточной части Финского залива.

Условия улучшения состояния природной среды побережья при сохранении темпов экономического развития были обсуждены на международной конференции «Эко-Порт: стратегии процветания», которая состоялась 7 февраля в Санкт-Петербурге и стала вступительным мероприятием в рамках проекта «Экологически дружественный порт» (ЭДП), реализуемым по Программе приграничного сотрудничества в рамках Инструмента европейского соседства и партнерства «Юго-восточная Финляндия — Россия».

Для выполнения проекта ЭДП создан консорциум организаций-исполнителей, в который от российской стороны вошли Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ) и ОАО «Компания Усть-Луга», а от финской — Центр морских исследований Университета г. Турку и Университет прикладных наук г. Кюменлааксо. Кроме того, ассоциированными членами в проекте выступают администрация порта Хамина-Котка, администрация г. Котка, Финская ассоциация портов и комитет по природным ресурсам и охране окружающей среды администрации Ленинградской области. Таким образом, консорциум включил в себя представителей бизнеса, науки и администрации. Координатором проекта ЭДП выступает РГГМУ.

Целью проекта ЭДП является общее улучшение состояния природной среды восточной части Финского залива путем использования потенциала сотрудничества между гражданами — жителями побережья залива, участниками хозяйственной деятельности — и властями на основании «зеленого подхода», «зеленой экономики» и экологического мышления.

Для мероприятия, организованного и проведенного 7 февраля РГГМУ и ОАО «Компания Усть-Луга», был выбран формат «конференции-диалога», что позволило пригласить на конференцию представителей всех заинтересованных групп участников процесса устойчивого развития берегов Финского залива. Конференция вызвала живой интерес как у российской, так и у финской сторон, и собрала более 70 официально зарегистрированных участников.

Конференцию открыл ректор РГГМУ проф. Л. Н. Карлин, который обратил внимание всех собравшихся на важность и актуальность решения вопросов обеспечения экологической безопасности в регионе, что может быть достигнуто только на основе комплексного подхода, с учетом мнения специалистов различных областей знания. Первоочередной задачей конференции Л. Н. Карлин назвал объединение энергии

и усилий экологов, экономистов, девелоперов, социологов и политиков для работы в одном направлении — создании платформы для устойчивого развития побережья Финского залива.

Проректор РГГМУ по международным связям А. И. Богуш обозначил основные задачи проекта ЭДП:

- разработать мероприятия по улучшению способности портов восточной части Финского залива совмещать устойчивый экономический рост с одновременным развитием мер по защите окружающей среды;
- обеспечить методологическую поддержку муниципалитетам по развитию направлений деятельности, связанных с безопасностью окружающей среды;
- разработать программы мероприятий по повышению осведомленности граждан о преимуществах «зеленого» подхода к решению вопросов развития региона;
- разработать систему компенсационных мер, обеспечивающих устойчивое развитие Усть-Лужского морского портового комплекса и его формирование как «зеленого порта»;
- создать Центр эко-мониторинга в порту Усть-Луга и обеспечить профессиональную подготовку его персонала.

Основная идея проекта ЭДП — гармонизация экологии и экономики: развитие экономического сектора должно происходить при сохранении высокого уровня биологического разнообразия и качества природной среды в восточной части Финского залива. В партнерском взаимодействии с финской стороной следует исходить из того, что экология не признает государственных границ. В восточной части Финского залива располагаются два суверенных государства — Россия и Финляндия, но, с точки зрения экологов, это единая природная экосистема. Поэтому возникающие экологические проблемы являются общими для русских и финнов, и преодолеть их необходимо совместно.

Заместитель председателя комитета по природным ресурсам правительства Ленинградской области К. В. Остриков отметил, что цели и задачи проекта ЭДП полностью соответствуют задачам комитета. В связи с этим, проект ЭДП вызывает повышенный интерес: его результатом должны стать практические разработки, способные реально оптимизировать экологические условия как на северном, так и на южном берегах Финского залива. «Итогом нашего взаимодействия должно стать создание уникальных условий одновременно развития порта и сохранения окружающей среды. В этом должны быть уверены не только власти и ученые, но, в первую очередь, население прилегающей территории», — подчеркнул К. В. Остриков в своем обращении к участникам конференции.

Рийтта Хемми, консул по вопросам окружающей среды генерального консульства Республики Финляндии в Петербурге, назвала проект ЭДП очень своевременным, т. к.



2013 год в России назван Годом охраны окружающей среды, а 2014 год страны Балтийского региона объявили Годом Финского залива. Учитывая ставку стран Европейского Союза на инновационное развитие, проект должен уделить особое внимание внедрению новых «зеленых» технологий, новой энергетики и новой логистики. «Сейчас все порты Балтийского региона стараются достигнуть нового, «зеленого», статуса и снизить нагрузку, которую они оказывают на природную среду, уменьшить риски, использовать более «чистые» технологии. И если в торговых вопросах порты России и Финляндии могут между собой конкурировать, то в экологических они должны выступать как партнеры и союзники — тем более что нам есть чему учиться друг у друга», — подчеркнула в своем выступлении г-жа Хемми.

Представитель Программы приграничного сотрудничества в рамках Европейского инструмента соседства и партнерства «Юго-Восточная Финляндия — Россия» Г. М. Псарев призвал участников конференции «засучить рукава»: «По обсуждаемому проекту запланирован очень большой объем работ, и времени на раскачку у исполнителей практически нет!»

Советник Министерства природных ресурсов Финляндии Марти Пуутанен в своем выступлении рассмотрел вопросы современного состояния экосистемы Финского залива. Оптимистичный прогноз был дан в отношении качества водной среды. Благодаря введению в строй современных очистных сооружений в последнее время удалось минимизировать уровень антропогенного загрязнения вод Финского залива и приостановить темпы эвтрофирования. Однако качество природной среды определяется не только уровнем химического загрязнения, но и интенсивностью других форм антропогенного воздействия, которые необходимо учитывать в комплексе.

В ходе конференции участники внесли свои предложения по реализации проекта, обменялись опытом практической работы, рассмотрели возможности внедрения «зеленого» предпринимательства. Интересные примеры «зеленых» ин-

женерно-строительных проектов привел в своем выступлении специалист ЗАО «Бюро Техники» К. Д. Попов.

О необходимости учета международного опыта и формирования единого нормативно-правового поля в регионе Финского залива говорила директор по развитию порта Хамина-Котка Риитта Кайаткари. Г-жа Кайаткари отметила, что в рамках проекта ЭДП впервые в мировой практике вопросы комплексного управления прибрежными зонами предполагается решать на международном уровне, путем сотрудничества российских и финских сторон.

Представители населения поселка Усть-Луга и общественных природоохранных организаций живо обсуждали доклад председателя комитета экономического развития и инвестиционной политики администрации муниципального образования «Кингисеппский муниципальный район» И. Н. Федорова «Формирование экологического сознания, роль и взаимодействие власти и бизнеса в этих процессах». В ходе обсуждения звучали призывы всячески развивать взаимодействие населения со своим муниципалитетом.

Всеобщий интерес вызвал доклад начальника отдела мониторинга окружающей среды и экологической экспертизы, заместителя начальника департамента природных ресурсов комитета по природным ресурсам Ленинградской области И. И. Мурашко «Экологическое состояние Ленинградской области». При обсуждении доклада были затронуты вопросы оценки состава стока реки Луги, впадающей в Лужскую губу (профессор РГГМУ В. А. Шелутко), важности эффектов трансграничного переноса в регионе (директор Морского института РГГМУ С. В. Лукьянов), возможного наличия в реке Луге следа от выпадения радиоактивных осадков вследствие чернобыльской аварии (председатель совета общественной экологической организации «Зеленый мир» О. В. Бодров). Экспертами было отмечено, что радиоактивный фон в районе развивающегося морского портового комплекса во много раз меньше допустимых норм — даже с учетом так называемого чернобыльского следа.



Наиболее эмоциональным было выступление директора Центра коренных народов Ленинградской области О. И. Коньковой, акцентировавшей внимание собравшихся на том, что осваиваемая в ходе развития морского портового комплекса прибрежная территория является районом проживания трех коренных народов — финнов-ингерманландцев, ижора и водь. Эти народы длительное время существовали в гармонии с природной средой и сделали берега Лужского залива пригодными для жизни и ведения хозяйства. Для каждого из этих народов характерен собственный традиционный способ природопользования, в той или иной степени связанный непосредственно с береговой зоной. Анализ опыта традиционного берегопользования может стать источником чрезвычайно полезной информации при формировании стратегии устойчивого развития прибрежной зоны восточной части Финского залива. Отношения между девелоперами, строителями портового комплекса, приезжими жителями и коренным населением должны формироваться с учетом исторически сложившегося в регионе культурного разнообразия.

Строительство Морского торгового порта и обустройство территорий вокруг него в той или иной степени затрагивают заповедные природные уголки Кингисеппского района — Кургальский и Котельский заказники, — рассказала на конференции Марина Лебедева, руководитель экологических проектов ОАО «Компания Усть-Луга». Марина Евгеньевна — одна из тех, кто способствовал старту проекта «Экологически дружественный порт» и проведению международной конференции «Эко-Порт: стратегии процветания».

В планах правительства Ленинградской области, по словам М. Лебедевой, развитие особо охраняемых природных территорий в этих заказниках, в том числе создание первого регионального природного парка с содержанием животных в вольерах открытого типа. Здесь же, рядом с Кургальским заказником, ОАО «Компания Усть-Луга» планирует создание экологического парка и туристско-рекреационной зоны.

Для согласования действий всех заинтересованных сторон «Компания Усть-Луга» выступила с инициативой скоординировать усилия по реализации программ Ленинградской области, затрагивающих вопросы устойчивого развития.

Большое внимание участниками конференции-диалога было уделено вопросам экологического мониторинга. Сообщения, посвященные истории мониторинговых наблюдений в Лужской губе, основным методическим подходам к проведению наблюдений и анализу их результатов, сравнению различных схем и сеток проведения мониторинга, сделали директор Морского

института РГГМУ С. В. Лукьянов и профессор РГГМУ М. Б. Шилин. Парадоксально, но факт: долгое время экосистема Лужской губы оставалась крайне малоизученной в связи с существованием жесткого «приграничного» режима и практически полной закрытостью территории для научных исследований. Лишь с конца 1980-х гг. начались регулярные исследования природной среды и биологических сообществ побережья Лужской губы. Инициатором и организатором первых комплексных экологических экспедиций в Лужскую губу стал профессор РГГМУ А. В. Некрасов, использовавший для этих целей парусный катамаран. С. В. Лукьянов отметил, что участниками экспедиций на катамаране в Лужской губе были описаны такие интереснейшие океанологические явления и эффекты, как апвеллинг, каскадинг и др. Методология осуществления наблюдений с борта парусного катамарана на сегодняшний день остается оптимальной для условий мелководных прибрежных районов. Комплексные экологические исследования Лужской губы с использованием катамарана и других судов с малой осадкой для возможности выхода на мелководье будут продолжены в рамках проекта ЭДП.

Современная оценка экологической ситуации в Лужской губе была дана ведущим научным сотрудником ООО «Эко-Экспресс-Сервис» В. Ф. Шуйским. Основной упор был сделан при этом на необходимость развития компенсационных мероприятий, снижающих антропогенный пресс на биологические сообщества Лужской губы. При обсуждении доклада прозвучали призывы скорейшего повышения природоохранного статуса охраняемых территорий Кургальского и Сойкинского полуостровов, служащих местами стоянок перелетных птиц в период весенней и осенней миграций (С. А. Коузов, Санкт-Петербургский государственный университет). Проф. В. В. Мелентьев (Международный центр по окружающей среде и дистанционному зондированию им. Ф. Нансена) напомнил участникам конференции о том, что на островах Кургальского рифа расположены места массовых залежек серого тюленя.

Отвечая на вопросы обозревателей информационного агентства «ПортНьюс», разработчики и исполнители мониторинговых программ отметили, что прибрежные территории отличаются высоким уровнем экологической уязвимости, и это должно быть учтено при планировании всех видов работ в береговой зоне Лужской губы, особенно — в летнее и весеннее время. **Пространственное планирование различных видов антропогенной активности в береговой зоне Лужской губы с учетом разного уровня экологической уязвимости биологических сообществ должно стать основой для принятия решений по устойчивому развитию.**

В качестве важнейшей компенсационной меры Л. Ю. Бугров (зав. лабораторией аквакультуры Государственного института озерного и речного рыбного хозяйства) предложил развивать в прибрежной акватории Лужской губы садковые рыбоводные хозяйства, которые специализировались бы на выращивании местных видов рыб — в первую очередь, лососевых. Для выбора мест размещения садковых хозяйств опять-таки должны быть использованы методы планирования морского прибрежного пространства. **Рыба — неотъемлемая часть жизни приморского населения во всем мире. Без рыбы происходит запустение прибрежных поселков, о чем говорит опыт Норвегии, Шотландии, да и России. Поэтому от развития аквакультуры никуда не уйти: это не просто бизнес, и даже не компенсационное экологическое мероприятие, а способ решения социально-демографических проблем.**



Доцент факультета социологии Санкт-Петербургского государственного университета О. В. Келасьев познакомил участников конференции с международным опытом преодоления экологических конфликтов. **Оптимальный путь преодоления экологических конфликтов во всем мире — проведение компенсирующих мероприятий.**

Главным итогом конференции стало **утверждение основных задач проекта** «Экологически дружелюбный порт».

Предложения, поданные участниками конференции-диалога в оргкомитет во время дискуссий, позволили сформулировать следующие **решения**.

1. Участники конференции-диалога подтверждают свое убеждение в том, что устойчивое развитие береговой зоны восточной части Финского залива возможно только при гармоничном взаимодействии экономического, экологического и социального секторов.

2. Важнейшим инструментом принятия решений по устойчивому развитию и внедрению компенсационных мер следует признать пространственное планирование прибрежно-морских территорий/акваторий с учетом уровня их экологической уязвимости в разные сезоны.

3. В качестве компенсационных мер по минимизации антропогенного пресса на природные комплексы береговой зоны могут быть рекомендованы: оптимизация природоохранного статуса охраняемых и особо ценных территорий/акваторий; развитие аквакультуры; восстановление прибрежных биотопов и пляжей с использованием методов берегозащиты и берегоукрепления.

4. В методическом плане целесообразно в ходе проекта унифицировать методику прогнозирования появления зон повышенной мутности при гидротехнических работах на основе математического моделирования и их фактической оценки при помощи судовых и спутниковых наблюдений с целью оценки вреда, наносимого водным биологическим ресурсам. Необходимо также разработать и утвердить порядок, регламентирующий процедуру выплат компенсаций ущерба водным биологическим ресурсам.

5. При разработке методических документов следует руководствоваться системой действующих рекомендаций и нормативов, разработанных международными профессиональными объединениями — ВАИВТ (PIANC) — Всемирной ассоциацией инфраструктуры водного транспорта (The World Association for Waterborne Transport Infrastructure) и ЦЕДА (CEDA) — Центральной дреджинговой ассоциацией.

6. При формировании стратегии развития береговой зоны необходим учет интересов всех заинтересованных



групп, а также опыта наилучшей практики традиционного природопользования местных коренных народов — финнов-ингерманландцев, ижора и воль.

7. Целесообразно в кратчайшие сроки осуществить экологическую сертификацию Усть-Лужского порта по двум направлениям: (1) менеджмент и (2) все процессы погрузки-разгрузки продукции.

8. В районе развития Усть-Лужского порта необходимо превентивно решить вопрос обращения с твердыми бытовыми отходами (ТБО) на основе государственно-частного партнерства.

9. Целесообразно разработать региональный экологический альбом-планшет Комплексного управления прибрежной зоной Лужской губы (КУПЗ ЛГ), который в наглядной форме позволит лицам, принимающим решения, оценить возможные варианты управления экологической ситуацией и их финансово-временные затраты.

10. Разработке успешной и эффективной экологической стратегии в регионе поможет организация системы экологического аудита порта Усть-Луга. Это должно быть не только престижно (т. к. означает фактически более высокий уровень ведения бизнеса), но и выгодно, т. к. в результате аудита происходит, помимо проверки деятельности организации/предприятия на соответствие требованиям экологического законодательства, также подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности, снижению рисков и оптимизации затрат.

11. Проект «Экологически дружелюбный порт» является хорошим примером двустороннего сотрудничества финских и российских экспертов и может быть включен в программу «Год Финского залива — 2014», которая направлена на улучшение экологической обстановки в Финском заливе. Одной из наиболее важных тем программы «ГФЗ — 2014» является пространственное планирование, что в полной мере соответствует содержанию проекта «Экологически дружелюбный порт». Результаты проекта могут быть представлены на итоговых конференциях программы «ГФЗ — 2014», а рекомендации включены в итоговую Декларацию по Финскому заливу.

Настоящее сообщение подготовили:

Шилин М. Б., доктор географ. наук, профессор РГГМУ, научный руководитель проекта

Петрова М. М., специалист ОАО «Компания Усть-Луга»
Фото Ирины Самусевич

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ «ГИДРОТЕХНИКА» В 2013 ГОДУ

Уважаемые читатели!

Предлагаем оформить подписку в редакции, что гарантирует вам стоимость без наценки, систему скидок и контроль доставки со стороны отдела подписки нашего издательства.

При безналичном расчете оплата производится по договору-счету. Бухгалтерские документы предоставляются по адресу получателя журнала. **Доставка** осуществляется заказной бандеролью через Почту России. **Стоимость** доставки входит в стоимость подписки.

Также вы можете подписаться на журнал как частное лицо, оплатив подписку через Сбербанк РФ. Для этого на сайте WWW.HYDROTEH.RU в разделе «Подписка в редакции /Наличный расчет» можно распечатать квитанцию Сбербанка с реквизитами издательства и заполнить карточку получателя.

Стоимость подписки (в рублях):

- 1 номер — 750
- 2 номера — 1400
- 3 номера — 2100
- 4 номера — 2600

При заказе одного номера в количестве **более 3-х экземпляров скидка 10%**.

Бланки подписки и копии платежных поручений принимаются по **факсу (812) 712-90-48**, а также по e-mail: dostavka@hydroteh.ru

Начальник отдела доставки **Ольга Вадимовна Кудрявцева: (812) 640-03-34**.

Авторам и рекламодателям бесплатно предоставляются два экземпляра номера и электронная версия в формате PDF.

Сведения о подписчике

Пожалуйста, впишите количество экземпляров в нужные вам номера:

Нужные номера	№ 1 (январь)	№ 2 (апрель)	№ 3 (июль)	№ 4 (октябрь)
Количество экземпляров каждого номера				

Наименование компании/организации	
Юридический адрес с индексом	
Сфера деятельности компании	
Ф.И.О., наименование должности руководителя	
ИНН/КПП	
Расчетный счет	
Наименование и место нахождения банка	
Кор. счет банка	
БИК	
Ф.И.О., должность получателя	
Почтовый адрес доставки	Улица, дом, номер офиса (по необходимости), город, район/область/край/республика, почтовый индекс
Телефоны для связи с получателем	(код города)
Факс для отправки счета	(код города)
E-mail для отправки счета	

Возможные формы сотрудничества

Отметьте, пожалуйста, возможные для вас формы сотрудничества с журналом

- Публикация статьи на тему _____
- Размещение рекламы
- Участие в распространении журнала



Журнал ГИДРОТЕХНИКА

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

Член Ассоциации «МОРПОРТЭКСПЕРТИЗА»

Журнал размещен в Национальной электронной библиотеке и включен в Российский индекс цитирования

www.hydroteh.ru

Оформите подписку на журнал «ГИДРОТЕХНИКА»

Учредитель: издательство «ТАНДЕМ» (ООО)

Издатель: ООО «Издательский дом «ГИДРОТЕХНИКА»

Адрес редакции:

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

Для макетов: gts2005@yandex.ru

Главный редактор:

Ильина Татьяна Владимировна
(812) 712-90-48, 8 921 961 79 62, info@hydroteh.ru

Зам. главного редактора:

Павлова Виктория Михайловна
(812) 640-03-34, vp@hydroteh.ru

Отдел рекламы:

Ковалевич Елена Валентиновна
(812) 712-90-66, evk@hydroteh.ru

Афанасьева Нина Евгеньевна

(812) 640-19-84, gidroteh2008@yandex.ru

Руководитель отдела подписки и доставки:

Кудрявцева Ольга Вадимовна
(812) 640-03-34, dostavka@hydroteh.ru

Дизайн и верстка: **Евгения Морозова**

Корректор: **Мария Доброва**

Перевод: **Нина Ломако**

Фотокорреспондент: **Евгений Елинер**

Отпечатано в ООО «Скай ЛТД»,
Санкт-Петербург

Распространяется по подписке, целевой адресной рассылкой,
на конференциях, выставках, семинарах отраслевой тематики

Уст. тираж 8 000 экз.

Подписано в печать 15.04.2013 г.

Свидетельство о регистрации федерального, международного СМИ выдано 2 декабря 2008 г., ПИ № ФС 77-34599
Использование любых информационных и иллюстративных материалов возможно только с письменного разрешения редакции.
Все рекламируемые товары и услуги имеют соответствующие сертификаты и лицензии.
За содержание рекламных объявлений редакция ответственности не несет.
Мнение редакции не всегда совпадает с мнением автора.

Редакционно-экспертный совет:

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

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

Ватин Н. И., д. т. н., проф., декан инженерно-строительного
факультета, зав. каф. «Технология, организация
и экономика строительства» СПбГПУ

Волосухин В. А., д. т. н., проф., засл. деятель науки РФ,
ректор Академии безопасности гидротехнических
сооружений

Гуткин Ю. М., к.т.н., главный специалист «Союзпроектверфь»
ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта»,
Заслуженный строитель РФ

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

Каминская В. И., к. т. н., руководитель лаборатории
гидромеханизации и гидротехнических работ ВНИИГС

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

Макаров К. Н., д. т. н., проф., зав. каф. городского
строительства Сочинского государственного университета,
академик Академии транспорта РФ

Маркович Р. А., главный специалист НТО
по антикоррозионной защите ОАО «ЛенморНИИпроект»

Меншиков В. Л., к. т. н.,
президент Ассоциации «Морпортэкспертиза»

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

Хазиахметов Р. М., член правления ОАО «РусГидро»,
директор по технической политике ОАО «РусГидро»

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

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

Шуйский В. Ф., д. б. н., профессор, академик РАЕН,
нач. отд. ООО «Эко-Экспресс-Сервис»

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



МАСТЕР БЕЗРЕЗОНАНСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОГРУЖЕНИЯ

Вибропогружатели серии HV и HFV



PTC в России

WP MACHINE EQUIPMENT
Генеральный представитель
Тел.: +49 761 250 75
Тел.: +7 926 899 50 39
ptc@inbox.ru

ВИБРОТЕХСТРОЙ
Региональный представитель
Тел.: +7 812 635 70 22
Тел.: +7 921 952 86 06
ptc-vibro@mail.ru

Продажа и аренда

PTC FRANCE
56, rue de Neuilly
93130 Noisy-le-Sec
Tel : +33 1 4942 7295
contact@ptc.fayat.com

КОМПЛЕКСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЧЁРНЫМ
СОРТОВЫМ И ФАСОННЫМ МЕТАЛЛОПРОКАТОМ

МЕТАЛЛОПРОКАТ, ШПУНТ **Б**



**ПРОФИЛЬ
ГРУППА ФИРМ**

**ЛУЧШИХ ШПУНТОВ
И НЕ БЫЛО
И НЕТ!**

**ДАЕШЬ
ШПУНТЫ**



ТРУБОШПУНТ **Б**

БАЛОЧНЫЕ ШПУНТ **Б**

ШПУНТОВЫЕ КОННЕКТОР **Б**

КОМБИНИРОВАННЫЕ СТЕН **Б**

КУПЛЮ САМА

И ДАМ ДРУЗЬЯМ СОВЕТ !