

На правах рукописи

АЛЕКСЕЕВ
Игорь Олегович

ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
РЕМОНТА МОРСКИХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕРМОКАМЕР

Специальность 05.23.07 — Гидротехническое строительство

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Санкт-Петербург
2001

Диссертация выполнена в Санкт-Петербургском государственном
техническом университете

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор - А. Ф. Мишуев

доктор технических наук, ст. науч. сотр. - А. С. Большев

доктор технических наук, профессор - М. А. Колосов

Ведущая организация: - ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева»

Защита состоится « ____ » _____ 2001 г. в ____ часов на заседании диссертационного совета Д 212.229.15 в Санкт-Петербургском государственном техническом университете по адресу: 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29, гидрокорпус-2 (ПГК), ауд. 411.

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной библиотеке СПбГТУ.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2001 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор технических наук, доцент

А. Е. Андреев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Морские гидротехнические сооружения (МГТС) обладают длительным сроком эксплуатации; их конструкции подвергаются агрессивным воздействиям окружающей среды: механическому действию волн, льда и течений; химическому действию морской воды; биологическому действию различных растительных и животных организмов. Как правило, наиболее значительному разрушению подвергаются конструкции в зоне переменного уровня воды. Для обеспечения нормальных условий эксплуатации сооружений необходимо своевременное выполнение ремонтно-восстановительных работ, объемы которых с течением времени неуклонно возрастают.

Традиционные методы ремонта МГТС в зонах переменного уровня и под водой предусматривают использование труда водолазов, отличаются значительной продолжительностью и низким качеством работ, недостаточной долговечностью восстановленных конструкций и зачастую необходимостью выведения сооружений из эксплуатации. Однако в связи с большой загруженностью портовых перегрузочных комплексов и из-за сложившейся конъюнктуры нарушение ритма их эксплуатации во время ремонтных работ в ряде случаев недопустимо.

Нефтяные и топливные терминалы, специализирующиеся на операциях с нефтепродуктами, оказывают наиболее существенное техногенное воздействие на окружающую среду. Это связано с тем, что при проведении этих операций не всегда удается избежать проливов и выбросов нефтепродуктов, протечек через стыки и повреждения нефтепроводов, ливневых лотков, шпунтовых стенок и др. Могут иметь место также и аварийные ситуации, связанные с повреждениями танкеров или нефтепроводов. Нефтепродукты скапливаются в грунтах засыпки причалов, донных отложениях, технологических трубопроводах, ливневых лотках, и в итоге загрязняют акватории.

Таким образом, требуется разработка современных технологий обследования и ремонта, в первую очередь, причалов, направленных на сокращение сроков и повышение качества работ, повышение долговечности восстановленных конструкций, предотвращение загрязнения природной среды нефтяными и химическими продуктами, сточными водами и др., без нарушения ритма эксплуатации сооружений.

Тема диссертационной работы соответствует планам научных исследований, принятым в России по реализации концепции безопасности в области охраны окружающей среды, и задачам, поставленным в федеральной целевой программе «Возрождение торгового флота России» (постановление правительства РФ № 996 от 8 октября 1993 года).

Целью диссертационной работы является разработка новых природоохранных технологий ремонта МГТС без вывода сооружений из эксплуатации с помощью специального подводно-технического оборудования — гермокамер. Для достижения указанной цели были поставлены следующие основные задачи:

проанализировать существующие технологии, технические средства, строительные материалы и защитные покрытия, применяемые при ремонте МГТС, оценить их эффективность и наметить пути совершенствования;

разработать новое подводно-техническое оборудование, позволяющее усовершенствовать существующие и предложить новые технологические процессы обследования и ремонта МГТС на основе применения современных строительных материалов с учетом требований экологической безопасности;

провести теоретические и экспериментальные исследования новых технологий и устройств, разработать рекомендации по их применению;

внедрить разработанные технологии и приспособления в практику обследования и ремонта МГТС.

Методическую основу исследований составили подходы и методы технологии и организации строительства, результаты исследований по проблемам воздействия природной морской среды на строительные материалы и конструкции; положения действующих норм и достижения в области проектирования и расчетов, а также правил эксплуатации МГТС; сведения об авариях и социально-экологических нарушениях на МГТС; опыт восстановительных и ремонтных работ в морских и речных портах.

Научная новизна результатов диссертационных исследований. Результаты научных исследований, предъявляемые к защите, являются теоретическим обобщением многолетней работы автора в области технологии и организации морского гидротехнического строительства. Отличительной особенностью разработанных и реализованных в практике проек-

тирования, строительства и эксплуатации технологий является всемерный учет природоохранных требований.

В рамках представленной работы автором получены следующие научные результаты:

обоснована необходимость и предложены технологии обследования и ремонта конструкций МГТС с помощью новых устройств для создания суховоздушных условий в зоне переменного уровня воды и под водой — гермокамер;

разработаны и реализованы методики расчета волновых нагрузок и воздействий на гермокамеры, а также методики расчета их остойчивости и плавучести;

поставлены и проведены полномасштабные производственные эксперименты по исследованию технологических процессов обследования и ремонта МГТС при помощи гермокамер;

практически реализованы новые технологии обследования, ремонта, очистки и утилизации конструктивных элементов МГТС портовых перегрузочных комплексов, в том числе нефтяных и топливных терминалов.

Практическая и научная значимость работы заключается в том, что в результате проведенных исследований разработаны и научно обоснованы новые природоохранные технологии обследования и ремонта МГТС с применением гермокамер, удовлетворяющие отечественным и зарубежным нормативным требованиям, обеспечивающие значительное снижение капитальных и эксплуатационных затрат, улучшение условий труда, а также существенное снижение трудоемкости и сокращение сроков работ.

Практическое значение работы подтверждено использованием результатов диссертационных исследований при реконструкции и ремонте причалов в портах Санкт-Петербург, Калининград, Вентспилс; маяков Ирбенский, Таллинн и др.

Личный вклад автора в разработке технологий состоит в формулировании темы и постановке задач исследований; разработке методологий их решения; разработке моделей и методик экспериментальных исследований гермокамер, строительных материалов, оборудования и механизмов; проведении лабораторных и производственных экспериментов при решении практических задач. Автор считает своим долгом выразить глубокую признательность д. т. н. профессору Б. Мазуркевичу (Гданьский технический университет, Польша) за ценные советы, высказанные при обсуждении результатов исследований.

Апробация работы. Материалы исследований по теме диссертации докладывались на: 1) международной конференции «Промышленная экология» (Санкт-Петербург, 1997 г.); 2) международном семинаре «Экологическая безопасность при строительстве морских и речных портов» (Санкт-Петербург, 1997 г.); 3) научно-практической конференции «Гидротехника: наука и практика», посвященной 75-летию П. П. Кульмача (Санкт-Петербург, 2000 г.); 4) научно-практической конференции по качеству строительства (Санкт-Петербург, 2000 г.); 5) международном форуме по проблемам науки, техники и образования Академии наук о Земле (Москва, 2000 г.); 6) межвузовском научно-практическом семинаре «Современные направления технологии строительного производства. Строительному производству – эффективные материалы и технологии» (Санкт-Петербург, 2000, 2001 гг.); 7) XX научно-технической конференции “AWARIE BUDOWLANE” (Щецин, 2001 г.); 8) V международном семинаре по реконструкции и ремонту портовых сооружений, посвященном 70-летию Б. Мазуркевича (Гданьск, 2001 г.); 9) конгрессе морей и океанов (Гданьск, 2001 г.); 10) VI конференции по портовому строительству (Пальма-де-Майорка, 2001 г.).

На защиту выносятся:

- новые технологии обследования и ремонта железобетонных и стальных свайных элементов причальных сооружений, стального шпунта, башен маяков и знаков;
- технологии обследования конструкций нефтяных и топливных причалов;
- технологии очистки грунтов засыпки, утилизации отходов очистки, заполнения трубопроводов и полостей в теле причалов, очистки акваторий в период эксплуатации.

Публикации. Основные положения работы опубликованы в 5 книгах и 31 статье.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из предисловия, введения, пяти глав, заключения, списка литературы (165 наименований), содержит 243 стр. основного текста с 70 рис. и 23 табл., 15 стр. списка литературы, всего 258 стр.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В предисловии обоснована актуальность темы диссертации, определена цель и сформулированы основные задачи работы, дана краткая характеристика содержания работы и полученных научных результатов.

Во введении дается обзор основных достижений и указаны нерешенные вопросы по рассматриваемой в диссертации проблеме. Необходимые предпосылки для решения задач по оценке эффективности обследования и ремонта МГТС в области портового гидротехнического строительства и эксплуатации портовых сооружений создают работы таких специалистов, как А. А. Байков, Р. И. Гинсбург, Б. Ф. Горюнов, С. А. Иванов, Н. Н. Лукницкий, В. Е. Ляхницкий, И. А. Савримович, Е. М. Пороцкий, А. В. Саталкин, Н. А. Смирнов, В. В. Стольников, В. Е. Тимонов, И. Б. Улановский, В. И. Чарномский, И. Н. Шафир, А. Р. Шуляченко и др.

Теоретические основы и практические методы обследования МГТС созданы А. Я. Будиным, Э. Г. Годесом, Б. Карлином, Т. Коллинсом, М. А. Колосовым, С. А. Кузьминым, С. Н. Курочкиным, Л. Лазери, Р. М. Нарбутом, П. П. Никитиным, Д. Пауэрсом, Р. Слеттенем, А. Смитом, В. В. Соколовым, В. З. Хейфицем, А. В. Школой, В. Г. Яковенко и др.

Ценный материал, освещающий вопросы ремонта портовых сооружений, дали исследования С. Биллингтона, Е. Биндхофа, А. Я. Будина, С. Галлера, И. Глазгольда, Б. Ф. Горюнова, Дж. Кинга, А. С. Кобеца, В. Д. Костюкова, Б. Милнера, Р. М. Нарбута, Б. Ратмелла, Г. Н. Романцовой, Л. Н. Рудого, С. Фьилда, Ф. Харта, Н. Р. Черевацкой, А. В. Школы и др. Вопросы ремонта и защиты от коррозии элементов МГТС изучались Х. Аппелем, Х. Веннингом, В. Ветцелем, Р. Зеedorфом, Д. Мерделем, Б. Рихтером, Х. Робке, Б. Тилманом, Х.-Дж. Ухлендорфом, Е. Фордом, К. Фразиером и др.

Проблемами социально-экологической безопасности в природопользовании и морской гидротехнике занимались А. Б. Авакян, А. И. Альхименко, В. В. Аникеев, Г. С. Арсеньев, Г. А. Бачинский, К. М. Беркович, А. С. Большев, А. Г. Василевский, Ю. С. Васильев, А. Б. Векслер, Д. А. Ивашинцов, В. А. Легасов, А. В. Мишуев, А. Ф. Реймерс, М. П. Федоров, Н. И. Хрисанов и др. Очистке грунтов от нефтеуглеводородных загрязнений посвящены работы Б. Н. Алексеева, Д. Вета, С. Бокарта, Дж. Кванка, К. Саха и др.

В первой главе, посвященной анализу конструктивных типов МГТС и способов их ремонта, рассматриваются вопросы организации надзора за техническим состоянием сооружений, приводятся общие сведения об обследовании и ремонте сооружений, раскрываются традиционные технологии, дается обзор устройств для создания суховоздушных условий при обследовании и ремонте в зоне переменного уровня и под водой.

Отмечается, что мировой и отечественной многолетней практикой выработаны основные принципы проектирования и строительства МГТС. В их число входит требование обеспечения надежности и долговечности при минимальном объеме ремонтно-восстановительных работ за весь расчетный период эксплуатации. К сожалению, указанное требование по ряду причин не всегда удается выполнить. Прежде при проектировании не уделялось достаточного внимания вопросам ремонтпригодности. В результате долговечность сооружений часто оказывается меньшей, чем предполагалось в процессе проектирования и строительства.

Между тем, условия работы МГТС обладают рядом особенностей по сравнению с другими объектами гидротехнического строительства. Одной из таких особенностей являются неблагоприятные климатические воздействия на морях и океанах. Высокая интенсивность волновых и ледовых нагрузок, а также переменность их направлений и динамический характер воздействий, способствуют усталостным разрушениям конструкций. Многократные замерзание и оттаивание наряду с повышенной агрессивностью морской воды снижают долговечность сооружений. Значительные сложности при строительстве связаны с неблагоприятными грунтовыми условиями морского дна (толщина слабых илистых отложений часто достигает нескольких десятков метров).

Немалые проблемы возникают при эксплуатации МГТС из-за сложности обследования и восстановления подводных конструкций. Ремонты морских сооружений, и особенно их подводных частей, представляют собой одни из самых сложных и дорогостоящих комплексов работ в гидротехнике. Весьма часто по ряду причин восстановление сооружений оказывается трудновыполнимым или даже просто невозможным.

В нашей стране портовые МГТС ремонтируются по системе планово-предупредительных ремонтов. Эти ремонты должны производиться своевременно, до тех пор, пока сооружение является еще полностью работоспособным. При невыполнении профилактических ремонтных работ может возникнуть необходимость ограничений режима или даже вывода сооружения из эксплуатации.

Для устранения дефектов конструктивных элементов портовых МГТС в настоящее время в отечественной практике используются разнообразные технологии. Выбор технологий ремонта зависит от следующих факторов: конструктивных особенностей элементов, ти-

пов дефектов, зон их расположения по отношению к уровню воды, природных условий в месте размещения сооружений, условий их эксплуатации, производственных возможностей ремонтно-строительных организаций и др.

Среди основных способов ремонта бетонных и железобетонных конструкций портовых МГТС по российским нормам выделяются следующие: для значительных по глубине и протяженности повреждений — устройство монолитных железобетонных поясов; для глубоких каверн, отколов, брешей — укладка армированного бетона в опалубке с предварительным удалением коррозионного бетона; для зон разрушений с небольшими размерами — заделка цементно-песчаным или полимерцементным растворами.

Ремонт железобетонных свай-оболочек с многочисленными кавернами у поверхности воды производится инъектированием цементно-песчаного раствора по методу пластырной цементации. При ремонте свай-оболочек, получивших разрушения в подводной зоне, приходится устанавливать дополнительные арматурные каркасы и заполнять бетоном внутренние полости оболочек. Бетонирование отдельных разрушенных мест железобетонных свай и свай-оболочек в зоне переменного уровня осуществляется с помощью несъемной деревянной или металлической опалубки, которая также служит защитой конструкции от коррозии.

Ликвидация щелей, брешей, пробоин, разрывов замковых соединений в стальном шпунту производится усилением металлическими накладками той же толщины, что и шпунт. При этом устанавливаются дополнительные тяги, понижаются отметки распределительного пояса, отсыпаются разгрузочные призмы. Пробоины в стальных полых сваях заделываются путем приварки накладок. Сваи, имеющие изломы в местах заделки в грунт, деформации и другие критические повреждения заменяются новыми, погружаемыми рядом с поврежденными.

Ремонтные работы всегда предусматривают мероприятия по защите восстановленных конструкций от коррозии и механических повреждений. Как правило, они проводятся в нижней части надводной зоны, в зоне переменного уровня и в верхней части подводной зоны. Получили распространение покрытия на битумной, каменноугольной и эпоксидной основах. Нанесение покрытий под водой не обеспечивает требуемой долговечности. Например, битумные покрытия и кузбаслаки эффективно защищают металл в надводной зоне в течение 1...2 лет, а в зоне переменного уровня и под водой — только 3...4 месяца.

Анализ показывает, что практически все методы технического контроля и восстановления конструкций в зоне переменного уровня воды и в подводной зоне требуют широкого использования труда водолазов. Применяемые при обследовании специальные измерительные средства и приспособления дают большие погрешности из-за отрицательного влияния морской среды. В большинстве случаев приходится производить тщательную расчистку контролируемых элементов от обрастания, следов коррозии и других продуктов разрушения материалов вручную с помощью скребков и щеток. Механизированная песко- и водоструйная обработка поверхностей приводит к существенному загрязнению водной и воздушной окружающей среды. Многие обследуемые зоны конструкций располагаются в труднодоступных местах с опасной для водолазов концентрацией различных загрязнений. В ряде случаев невозможно получить приемлемые результаты из-за неблагоприятных гидрометеорологических условий в районах расположения сооружений.

Используемые при ремонте подводных зон бетонных или железобетонных сооружений способы, как правило, базируются на укладке бетона, торкретировании или цементации под водой в условиях агрессивной внешней среды. Зачастую необходимы специальные гидроизоляционные мероприятия для обеспечения водостойкости применяемых строительных материалов. Весьма жесткими являются требования защиты смесей на основе минеральных вяжущих при их укладке и твердении от размыва и вымывания вяжущих.

Применение электрохимической защиты затруднено труднодоступностью тыловых (со стороны засыпки) сторон стенок и необходимостью проведения больших объемов подводных резочных и сварочных работ. Подготовка металлических поверхностей к лакокрасочным покрытиям при традиционных методах также требует выполнения пескоструйных работ, неизбежно сопровождаемых существенным загрязнением воздушной и водной среды. Сами покрытия выполняются из дорогостоящих химически активных и ядовитых материалов значительно большей толщины, чем в надводных зонах. Качество лакокрасочных покрытий под водой ниже качества покрытий, нанесенных в суховоздушных условиях.

Недостатки существующих технологий ремонта МГТС определяют необходимость разработки принципиально новых технологий. При ремонте судоводных и энергетических ГТС нашли применение устройства для обеспечения ремонта в суховоздушных условиях. В мировой практике при ремонте нефтегазодобывающих платформ используются ка-

меры, заполненные инертным газом; гипербарические и с атмосферным давлением. В литературе для обозначения таких устройств употребляются термины — «затворы-присосы» и «камеры-кессоны».

Однако этим устройствам присущи существенные недостатки, среди которых необходимо отметить: негерметичность узлов примыкания к напорным граням; необходимость дополнительных плавсредств с насосами для откачки воды, создающих помехи при перемещении в труднодоступные места; невозможность изменения положения в зависимости от индивидуальных особенностей стенок при подводке и установке в рабочее положение.

В зарубежной и отечественной литературе отсутствуют примеры применения затворов-присосов и камер-кессонов в практике обследования и ремонта портовых МГТС. Требуется разработка надежных и простых в эксплуатации устройств для производства работ на подводных частях МГТС насухо и без вывода их из эксплуатации.

Во второй главе предлагаются новые природоохранные технологии обследования и ремонта МГТС, разработанные с учетом результатов критического анализа и теоретического обобщения отечественных и зарубежных примеров ремонта разнообразных гидросооружений.

Основой новых технологий являются специальные устройства — гермокамеры. Под гермокамерами понимаются корпусные устройства с незамкнутой рабочей камерой, обладающие собственными запасами плавучести и способные прикрепляться к конструкциям портовых МГТС для выполнения ремонтных работ в зоне переменного уровня воды и в подводной зоне. Эти устройства доставляются к месту проведения работ, спускаются с помощью крана на воду, далее наплаву (или на плавсредствах) транспортируются к сооружению, крепятся к конструкциям сооружения, герметизируются и осушаются. Таким образом, обеспечивается свободный доступ к подводным частям сооружений для осмотра и ремонта.

Предложенные технологии обладают следующим основным преимуществами: обеспечивается проведение качественного ремонта различных конструкций МГТС в суховоздушных условиях с минимальным применением водолазных средств; используются безопасные для рабочего персонала методы с минимально короткими сроками ремонта без вывода сооружений из эксплуатации; исключаются загрязнения окружающей водной и воздушной среды; используется компактное и высококомобильное оборудование с возможностью его

быстрого перебазирования от одного сооружения к другому; проводится ремонт сооружений при максимально неблагоприятных внешних условиях (при действии волнения, льда и течений), в том числе, в условиях низких отрицательных температур.

Свайная гермокамера для обследования и ремонта, например, круглых свай включает рабочую камеру в виде водонепроницаемого сборного секционного каркаса с несущей рабочей площадкой и стойками для крепления к верхнему строению сооружения (рис. 1). В состав гермокамеры также входят плавучести и приспособления для отвода воды из рабочей камеры. Сборный секционный каркас образуется из 2 раскрывающихся половин, выполненных в плане из полукругов, при этом торцы половин соединяются болтами с полной герметизацией мест стыков. Каркас разделен на отсеки по высоте, причем рабочая камера снабжена съемным герметизирующим воротником по форме свай. Для подачи воздуха в камеру и ее осушения в нижнем отсеке установлен эжектор. Для пропуски воды к эжектору рабочая площадка выполняется из просечной стали.

Одной из важнейших задач в строительстве и эксплуатации причалов является экологическое обеспечение процессов погрузки и разгрузки различных вредных грузов. Особую опасность представляют загрязнения акваторий и грунтов засыпок нефтью и продуктами ее переработки. Процессы загрязнения при этом происходят постепенно в течение длительного времени и проявляются на акваториях гаваней только через несколько лет в виде просачивания через ограждающие конструкции. Работы по локализации и ликвидации нефтяных пятен начинаются, как правило, после достижения катастрофического уровня загрязненности, когда для устранения загрязнения требуются уже немалые финансовые и материальные затраты.

Очистку грунтового массива в контурной зоне рабочей части нефтяных причалов предлагается проводить с помощью специальных шпунтовых гермокамер-утилизаторов. Такие гермокамеры (рис. 2) выполняется в виде сборного секционного каркаса с несущей рабочей площадкой, креплениями в виде кронштейнов и приспособлением для отвода воды из рабочей камеры. Сборный секционный каркас помимо рабочей камеры имеет 2 отсека с патрубками, предназначенные для сбора и утилизации нефтезагрязненных вод.

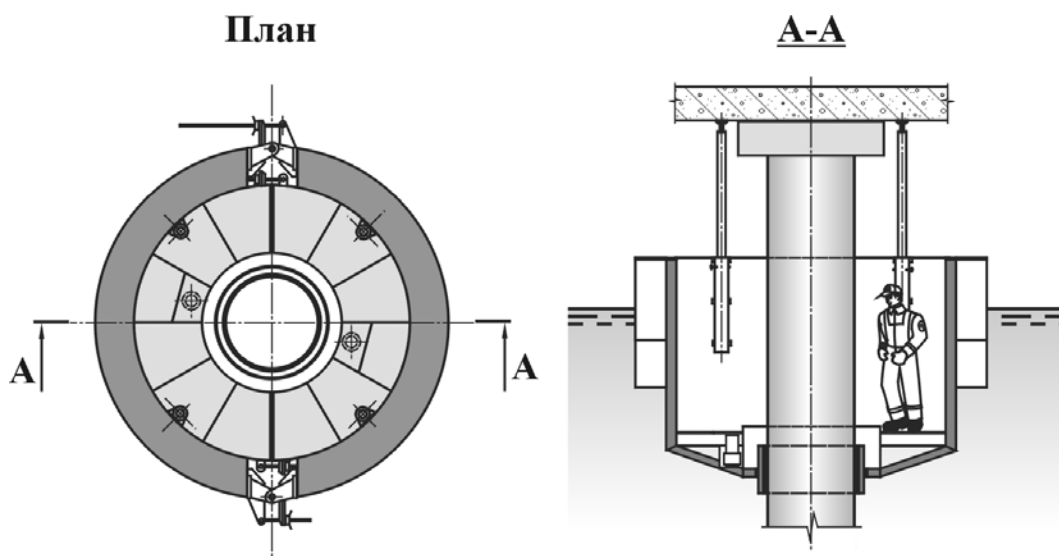


Рис. 1. Схема свайной гермокамеры

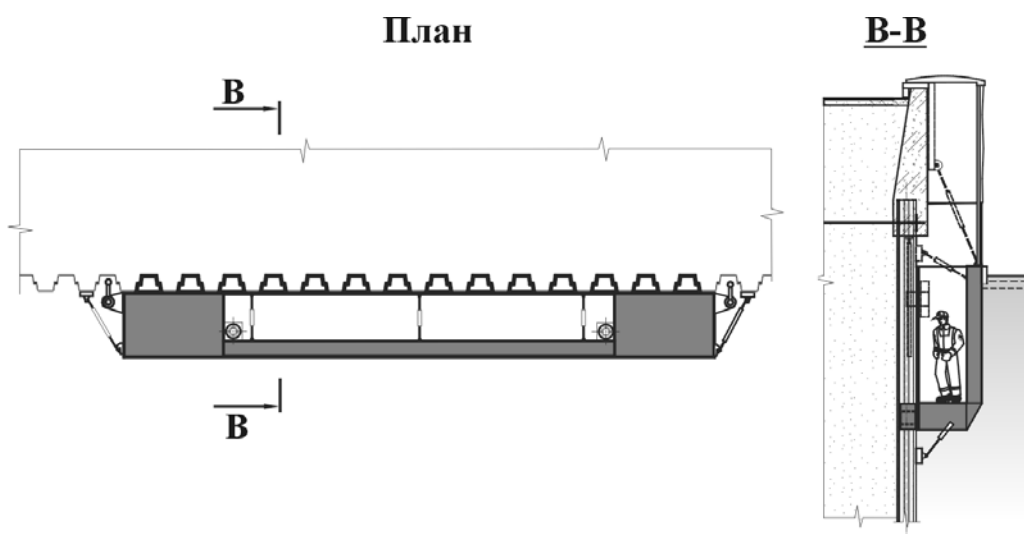


Рис. 2. Схема шпунтовой гермокамеры

Третья глава посвящена вопросам расчета, конструирования и оборудования свайных и шпунтовых гермокамер. Проектирование гермокамер является наиболее ответственным этапом их жизненного цикла; недостаточная проработанность проектных решений может привести к серьезным последствиям, связанным как с опасными нарушениями техники безопасности для работающего персонала и неконтролируемым загрязнением окружающей среды, так и с потерей прочности и устойчивости ремонтируемого сооружения.

Процесс проектирования гермокамер имеет и особенности, связанные в первую очередь с тем, что гермокамеры должны изготавливаться в заводских условиях на берегу, а эксплуатироваться — в условиях стесненных портовых акваторий, насыщенных судами, перегрузочным оборудованием, плавучими объектами и стационарными сооружениями, и вместе с тем достаточно открытых для волн, ветров и течений.

При проектировании гермокамер должны учитываться также следующие неразрывно связанные друг с другом частные требования, вытекающие из особенностей процессов ремонта причальных сооружений: ввиду протяженности сооружений гермокамеры должны быть пригодными для многократных перестановок на различные участки причалов без вывода их из эксплуатации; для увеличения возможности многократного использования необходимо проектировать гермокамеры по возможности универсальными, т.е. пригодными для обследования и ремонта различных конструкций как одного сооружения, так и других сооружений, близких по конструкции и размерениям; универсальность гермокамер вызывает необходимость проектирования их передвижными, т.е. позволяющими достаточно легко перемещать их по портовым акваториям на любой требующий ремонта участок сооружения; из-за ограничений в использовании грузоподъемных средств на стесненных портовых акваториях и территориях необходимо проектировать гермокамеры плавучими с достаточными собственными запасами плавучести и остойчивости.

В диссертации уделено определенное внимание нагрузкам и воздействиям от внешней среды. В процессе эксплуатации гермокамеры испытывают значительные волновые нагрузки, которые должны быть учтены, например, при определении прочности и устойчивости элементов обшивки, надежности конструкций крепления гермокамеры к сооружению и др. Для этапа эксплуатации следует находить: горизонтальные и вертикальные волновые силы и моменты этих сил (амплитуды и относительные фазы сил и моментов); волновые давления на напорные поверхности; возвышения и понижения волновой поверхности над спокойным уровнем воды.

Решающую роль при проектировании играют расчеты остойчивости и плавучести гермокамер. Основным этапом таких расчетов является построение диаграммы статической и динамической остойчивости. Диаграмма статической остойчивости представляет зависи-

мость восстанавливающего момента m_θ от угла крена θ (рис. 3). Расчет выполняется по формуле:

$$m_\theta = \gamma \int_0^\theta I_{x\varphi} \cos(\theta - \varphi) d\varphi - P(z_g - z_c) \sin \theta, \quad (1)$$

где γ — объемный вес воды, $I_{x\varphi}$ — момент инерции площади наклонной ватерлинии относительно оси Ox ; P — вес гермокамеры, z_g — положение центра тяжести гермокамеры, z_c — положение центра величины гермокамеры.

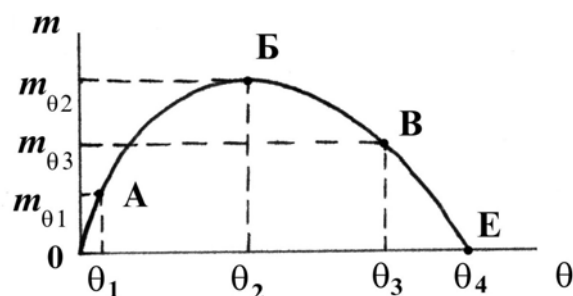


Рис. 3. Диаграмма статической устойчивости

В настоящее время в морской гидротехнике устойчивость плавучих объектов (например, массивов-гигантов) рассматривается только в зоне малых кренов, которая ограничена участком OA , отражающим линейный характер зависимости. Однако, гермокамера имеет сложную форму корпуса, которая принципиально изменяется в процессе работ при раскрытии и установке камеры на объекте. Крены гермокамеры при установке и снятии с объекта достигают $30...45^\circ$. Указанные особенности учтены в предлагаемой инженерной методике расчета.

Производится построение диаграммы динамической устойчивости, которая отражает зависимость работы восстанавливающего момента A_θ от угла крена. Расчеты выполняются по формуле:

$$A_\theta = \int_0^\theta m_\varphi d\varphi. \quad (2)$$

Эта диаграмма позволяет оценить реакцию гермокамеры на внезапно приложенные нагрузки (обрыв креплений, удары о сооружение и т.п.).

С помощью разработанных методик выполнены проекты и построены различные гермокамеры. Например, свайная гермокамера для обследования и ремонта свай-оболочек диаметром 1,6 м представляет собой объемную конструкцию с цилиндрической формой. Высота гермокамеры составляет 5,5 м, наружный диаметр — 3,7 м, осадка при буксировке — 1,4 м, высота надводного борта — 0,4 м. Площадь ватерлинии гермокамеры равна 3,4 м², масса гермокамеры в воздухе — 4,8 т. Шпунтовая гермокамера для обследования и ремонта стенок из стального шпунта типа Ларсен представляет собой пространственную конструкцию в форме параллелепипеда. Высота гермокамеры составляет 3,3 м, ширина — 1,3 м, осадка при буксировке — 2,8 м, высота надводного борта при буксировке — 0,9 м. Площадь ватерлинии гермокамеры равна 5,7 м², масса гермокамеры в воздухе — 10,4 т.

В четвертой главе приведены результаты нескольких полномасштабных производственных экспериментов на реальных объектах ряда морских портов. Проведение таких экспериментов очень важно для достоверной оценки предложенных технологий. Результаты экспериментов позволили в дальнейшем детально разработать технологические последовательности различных видов ремонтных работ и внедрить предложенные новые технологии при обследовании, реконструкции и очистке ряда стояночных, перегрузочных и нефтяных причалов.

В параграфе 4.1 поставлены задачи, требующие рассмотрения при проведении производственных экспериментов, среди которых: проверка принципиальной возможности применения гермокамер в реальных гидрометеорологических и гидрологических условиях для обследования и ремонта портовых МГТС различной конструкции, оценка технологичности предложенных конструкций гермокамер и способов ведения работ, выбор наиболее эффективных из них; определение наиболее важных параметров технологических процессов — плавучести и остойчивости гермокамер, качественных показателей процессов обследования и ремонта, антикоррозионных свойств нанесенных защитных покрытий, степени очистки и утилизации, продолжительности операций и др.; оценка работоспособности и эффективности выбранного оборудования; выбор наиболее рациональных производственных процессов обследования, ремонта и очистки конструкций сооружений; выявление влияния состояния конструктивных элементов сооружений на трудоемкость и сроки ремонтных работ; иссле-

дование прочности, коррозионной стойкости материалов, формы и размеров железобетонных и металлических конструкций, загрязненности грунтов засыпки, строительных конструкций и технологического оборудования и др. после применения новых технологий.

В параграфе 4.2 представлены результаты обследования в производственных условиях опытного участка свайной эстакады для размещения трубопроводов с химическими материалами и организации проезда автотранспорта между причалами в одном из портов Прибалтики.

Обследование железобетонных свай-оболочек диаметром 1,2 и 1,6 м (визуальное с плавсредств, подводное водолазное, подводное из гермокамеры) было проведено в августе 1995 г. В обследование были включены элементы свайного основания причала: надводная часть свай; части свай, находящиеся в зоне переменного уровня воды, на протяжении не менее 3,5 м; подводные части свай, имеющих повреждения в надводной части. При подводном обследовании свай и обследовании свай из гермокамеры производилась их очистка от органических обрастаний и морских отложений до дна.

К характерным типам повреждений свай в зоне переменного горизонта воды и надводной части свай, зафиксированным в ходе обследования, были отнесены повреждения бетона в надводной части свай-оболочек в зоне узлов сопряжения с верхним строением подходной эстакады, вертикальные волосные и развитые, одиночные и множественные трещины, полигональные и наклонные трещины, а также локальная коррозия и разрушение защитного слоя бетона с оголением и коррозией продольной и поперечной арматуры. Имели место случаи повреждения железобетонных оголовков свай-оболочек вертикальными и наклонными трещинами, а также случаи локального повреждения защитного слоя бетона плит покрытия с оголением и коррозией рабочей арматуры.

Технология обследования сооружения из металлического шпунта исследовалась и отрабатывалась в производственных условиях путем обследования опытного участка шпунтовой стенки нефтепирса № 3 в порту Вентспилс (Латвия) в надводной зоне с плавсредств и под водой с привлечением водолазов в октябре-ноябре 1996 г. Позднее (в декабре 1996 г.) были проведены работы по отбору проб металла шпунта с использованием гермокамеры.

Наиболее интенсивными оказались проявления локальной язвенной коррозии металла на поверхности шпунта в зоне переменного горизонта воды до отметки $-1,0$ м. В этой

зоне вода за счет волновых всплесков имеет повышенное содержание кислорода, и это способствует активной электрохимической коррозии металла. Характерными видами коррозионных повреждений металла в этой зоне являются поверхностные и глубинные коррозионные каверны глубиной до 3...5 мм, а также отслоения с внешней поверхности шпунта корродированного металла пластинами толщиной до 3 мм.

Инструментальная оценка степени коррозии металла проводилась с использованием ультразвукового толщиномера. Выполнялись замеры остаточной толщины металла полок и боковин шпунта. Ультразвуковые измерения проводились как водолазами под водой, так и насухо с использованием гермокамеры, установленной на опытном участке.

Предлагаемые комплексные методы обследования оказались технологически выполнимым, при этом они отличались относительной простотой и высокой эффективностью. Свайная и шпунтовая гермокамеры обладали необходимой плавучестью и устойчивостью как в процессе буксировки, так и при эксплуатации в условиях расчетных ветровых и волновых воздействий. Примененные при конструировании гермокамер и подборе технологического оборудования принципы можно признать правильными. Результаты обследования оказались достаточно достоверными и соответствующими известным из литературы данным. На основе результатов обследования позднее были разработаны инженерные рекомендации по ремонту свай-оболочек и шпунтовой стенки.

В параграфе 4.3 приведены результаты производственных экспериментов по ремонту набережной-эстакады и эстакады продуктопроводов на одной из строительных площадок Балтийского региона. Основания сооружений представляют собой ряды свай-оболочек диаметром 1,2 м. При проведении производственных экспериментов испытаны следующие технологии ремонта: заполнение трещин полимерными составами под давлением, устройство стеклопластикового армирования и защитного покрытия; нанесение защитного слоя полимеррастворов, устройство стеклопластикового армирования и защитного покрытия; устройство преднапряженного дополнительного армирования, обетонирование, устройство стеклопластикового армирования и защитного покрытия; восстановление продольной и поперечной арматуры, обетонирование с устройством стеклопластикового армирования и защитного покрытия; восстановление арматуры, устройство дополнительного армокаркаса,

обетонирование с устройством стеклопластикового армирования и защитного полимерцементного покрытия.

При проведении ремонтных работ на опытных участках сооружений в зоне переменного уровня и в подводной зоне водолазами подводилась, собиралась и закреплялась гермокамера на свае-оболочке, осушалась рабочая камера; в нее спускались специалисты и производили насухо все ремонтно-восстановительные работы (рис. 4).

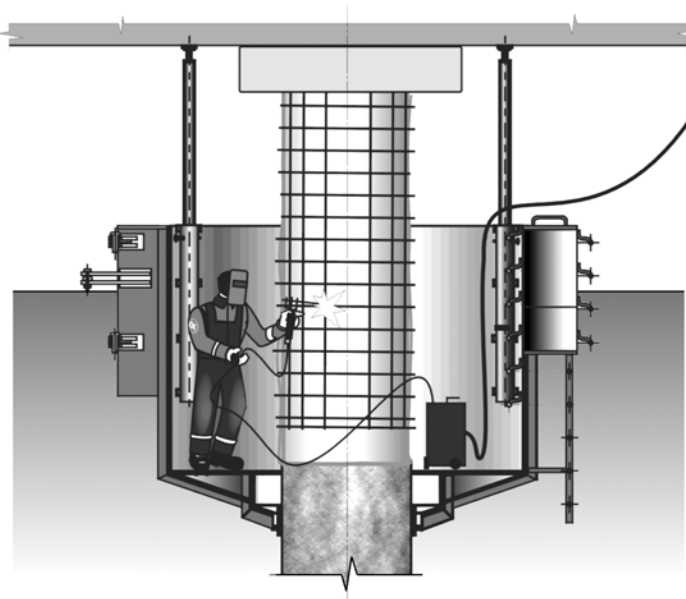


Рис. 4. Схема дополнительного армирования железобетонной сваи-оболочки с помощью гермокамеры

После выдерживания покрытий гермокамера демонтировалась и переставлялась на следующую стоянку, и весь цикл повторялся.

В параграфе 4.4 представлены результаты производственных экспериментов по ремонту пирсов эстакадного типа на одной из строительных площадок Черноморского региона. Основания сооружений представляют собой ряды железобетонных призматических свай. При проведении производственных экспериментов испытаны следующие технологии ремонта: заполнение трещин полимерными составами под давлением, устройство стеклопластикового армирования и защитного покрытия; нанесение защитного слоя полимеррастворов, устройство стеклопластикового армирования и защитного покрытия; восстановление арматуры, устройство защитно-конструкционного полимерного слоя, устройство стекло-

пластикового армирования и защитного покрытия; устройство дополнительных армокаркасов, обетонирование свай с устройством стеклопластикового армирования и защитного покрытия; устройство армокаркасов, бетонирование разрушенных участков, устройство стеклопластикового армирования и защитного слоя из полимерных материалов.

В гермокамере, установленной вокруг свай, вырубался поврежденный бетон, очищалась поверхность арматуры от продуктов коррозии, устанавливался по периметру свай дополнительный арматурный каркас из продольной и поперечной арматуры. Затем на поверхности арматуры и бетона наносился полимерный слой, устанавливалась опалубка, приготавливалась и нагнеталась в опалубку с помощью растворонасоса полимерцементная растворная смесь. После набора бетоном прочности опалубка снималась, и на поверхности свай устраивались стеклопластиковое армирование и защитное покрытие.

В параграфе 4.5 представлены результаты производственных экспериментов по ремонту причалов эстакадного типа на одной из строительных площадок Прибалтики. Основания сооружений представляют собой ряды стальных свай-оболочек диаметром 1420 мм. При проведении производственных экспериментов испытаны следующие технологии ремонта: устройство защитного многослойного полимерного покрытия; устройство защитно-конструкционного многослойного полимерного покрытия; восстановление проектного сечения стальными сегментными накладками, устройство защитно-конструкционного многослойного полимерного покрытия; восстановление проектного сечения стальными сегментными накладками, устройство защитной железобетонной оболочки; восстановление свай, устройство защитной железобетонной оболочки. Наряду с полимерными покрытиями для защиты от коррозии при всех типах дефектов рекомендуется использование протекторной защиты.

Защитная железобетонная оболочка, например, устраивалась с помощью гермокамер в следующей последовательности: изготавливается и монтируется арматурный каркас; устанавливается опалубка с инъекционным отверстием; в опалубку подается под давлением бетонная смесь; бетон в опалубке выдерживается до набора заданной прочности; опалубка снимается; при необходимости бетонная поверхность защищается полимерцементным покрытием.

В параграфе 4.6 приведены результаты производственных экспериментов по ремонту набережной-стенки типа больверк в составе паромной переправы и пирса в виде заанке-

ренного больверка из металлического шпунта типа Ларсен на одной из строительных площадок Прибалтики. При проведении производственных экспериментов испытаны следующие технологии ремонта: защита многослойным полимерным покрытием; местное усиление разрушенных участков стальными накладками, защита многослойным полимерным покрытием; усиление монолитным железобетонным поясом с защитой поверхности бетона полимерцементным покрытием. Наряду с полимерными покрытиями для защиты от коррозии при всех типах дефектов рекомендуется использование протекторной защиты. При подготовке сооружений к ремонту с помощью водолазов к шпунтовой стенке сначала прикреплялась гермокамера (рис. 5), выполнялась герметизация ее примыкания к шпунтовой стенке и из рабочей камеры откачивалась вода.

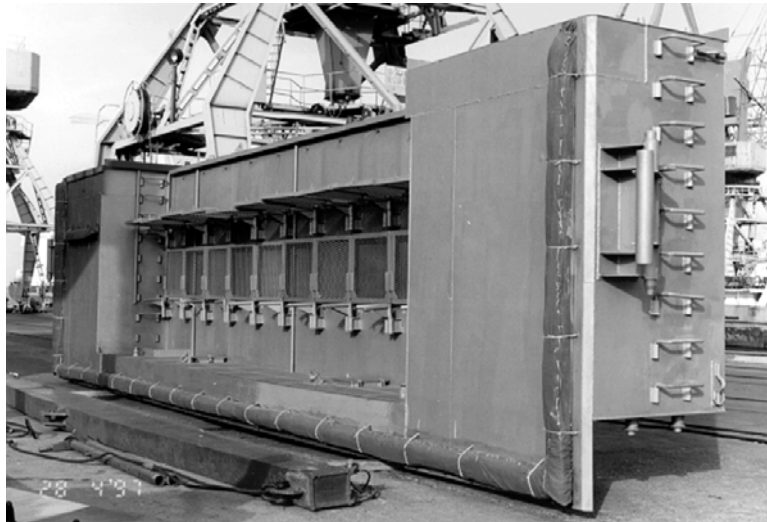


Рис. 5. Шпунтовая гермокамера

Для очистки поверхности шпунта от ржавчины, краски, биологических обрастаний и других наслоений применялся аппарат пескоструйной обработки. Сразу же после пескоструйной обработки на металлические элементы наносились антикоррозионные составы. Загрязнение окружающей воздушной и водной среды продуктами пескоструйной обработки и отходами ядовитых полимерных покрытий практически отсутствовало.

В параграфе 4.7 представлены результаты производственных экспериментов по ремонту некоторых маяков на Балтике. Например, при обследовании маяка Ирбенского — крупнейшего маяка на искусственном гидротехническом основании в водах бывшего СССР — бы-

ло обнаружено, что его конструкции подверглись существенному износу со значительными повреждениями отдельных конструктивных элементов. Наиболее характерными повреждениями были: локальные разрушения надводной части массива-гиганта с обнажением и коррозией арматуры; локальные разрушения защитного слоя бетона ствола башни и смотровых площадок; разрушения защитных покрытий бетонных и металлических элементов; коррозия металлических поверхностей.

При ремонте массива-гиганта маяка были выполнены: восстановление разрушенного бетона надводной части массива-гиганта; заполнение трещин в бетоне эпоксидным раствором; нанесение антикоррозионного покрытия и др.

Для выполнения работ на наружных поверхностях башни применялись передвижные монтажные площадки, инвентарные передвижные башенные подмости, самоподъемные люльки и подъемные люльки-кресла, приставные выдвижные лестницы и верхолазное снаряжение. Доставка на строительную площадку механизмов, оборудования и стройматериалов осуществлялось с использованием средств морского транспорта и вертолетов.

В пятой главе рассматриваются технологии работ по улучшению экологической обстановки на нефтяных терминалах, для которых наиболее характерны следующие источники загрязнения: разливы нефтепродуктов во время перегрузочных операций у причалов; протечки в сварных стыках и в местах повреждений нефтеподающих трубопроводов; протечки нефтепродуктов через стыки и повреждения стенок и днища ливневых лотков; недостаточная герметичность конструкций нефтепирсов; умышленные выбросы отходов нефтепродуктов.

В параграфе 5.1 предлагаются технологии обследования причалов нефтетерминалов. При определении объемов нефтепродуктов, скопившихся в грунтах обратной засыпки нефтяных причалов, в бетонном покрытии причалов при помощи установок алмазного бурения предварительно высверливаются отверстия. Буровые работы могут проводиться при помощи передвижных буровых установок с использованием обсадных труб.

Количество нефтепродуктов в пробах может определяться весовым и инфракрасно-спектрофотометрическими методами. По полученным материалам строятся эпюры концентраций углеводородов скважинах и эпюры с линиями равных концентраций по продоль-

ным и поперечным разрезам. Составляется пространственная модель, наглядно показывающая объемы загрязнений грунтов в теле причала. Фактическое содержание нефтепродуктов сопоставляется с предельно допустимой концентрацией.

Особым видом загрязнений нефтепричалов являются углеводородные пары, которые могут скапливаться в трубопроводах, технологических каналах, пространствах под железобетонными плитами, образовавшихся в результате просадок грунта засыпки и др. Отбор проб газопаровоздушных смесей, обнаруженных в пустотах под плитами конструкций нефтепирса рекомендуется проводить двумя методами: первичного отбора и текущего контроля за уровнем загазованности. Конструкции современных установок алмазного бурения, с помощью которых сверлятся отверстия в железобетонных плитах, предусматривают возможность отвода газовоздушных смесей через штуцеры, расположенные в верхней части удлинительной штанги сверла.

При обнаружении пустот в подплитном пространстве сверление приостанавливается и через отводной штуцер отбирается проба газовой смеси. При взрывоопасной концентрации газов в просверленные скважины вставляются газоотборники, оборудованные сальниковыми уплотнениями. С их помощью производится текущий контроль за уровнем загазованности подплитного пространства. Для отбора проб газовоздушных смесей и определения концентрации взрывопожароопасных паров и газов могут использоваться газоанализаторы различных конструкций.

Оценка загрязненности воды выполняется на основе химического анализа проб. При анализе на содержание нефтепродуктов пробы могут отбираться на удалении от кордона на уровнях поверхности воды, половины глубины и у дна. Результаты анализов проб воды сопоставляются со значением предельно допустимой концентрации.

В параграфе 5.2 представлены технологии очистки грунта засыпки от нефтепродуктов путем. По одной из технологий выполняются вертикальный дренаж с использованием фильтрационных колодцев-сепараторов (ФКС) и горизонтальный дренаж по дренажно-лучевым трубам.

В фильтрационных колодцах-сепараторах с глубиной на 2...2,5 м ниже уровня воды собирается нефтезагрязненная вода с последующим удалением насосами на поверхность

причала и далее в канализацию. При этом поступающая из нижних более чистых слоев вода, просочившись через верхние загрязненные слои грунта, очищает их от нефтепродуктов.

Дренажно-лучевые пластмассовые перфорированные трубы диаметром 90 мм с фильтрами прокладываются непосредственно под уровнем воды (с учетом его колебания). Загрязненная нефтепродуктами вода собирается в трубах, далее самотеком поступает в сбросные колодцы, и затем с помощью насосов отводится в канализацию. Для усиления чистящего эффекта в грунт по паровым иглам или паровым коллекторам может подаваться острый пар.

Предлагается также комплексная технология очистки грунта засыпки, включающая очистку прикордонного грунта с помощью гермокамер-утилизаторов (рис. 7), а также очистку остальной части грунта обратной засыпки с применением технологических свай-утилизаторов.

Очистка грунта прикордонной зоны по этой технологии должна проводиться в следующей очередности: устраиваются вертикальные технологические свай-утилизаторы диаметром около 20 см; устанавливается гермокамера-утилизатор; сверлятся технологические отверстия в шпунте с помощью пневмо-магнитной машины и устанавливается специальная оснастка для очистных работ; удаляется с применением оснастки загрязненная вода из прикордонного пространства самотеком через шпунтовую стенку в отсек-утилизатор гермокамеры с последующей откачкой из этого отсека в емкость на причале; промывается грунт засыпки водой через горизонтальные скважины в шпунте под действием гидростатического напора, при этом загрязненная вода тоже сливается в отсек-утилизатор; промывается грунт засыпки водой через горизонтальные скважины в шпунте за счет создания напора при нагнетании воды в вертикальную скважину с удалением загрязненной воды через отсек-утилизатор; очищается грунт путем прогрева и разжижения нефтепродуктов паром, подаваемым в пространство за шпунтом через горизонтальные скважины в шпунте с помощью специальной оснастки.

Гермокамера-утилизатор представляет собой сборную плавучую металлическую конструкцию из 3 секций: 2 крайних симметричных плавучестей, имеющих балластные отсеки, и средней части с рабочей зоной, также имеющей балластный отсек в днище.

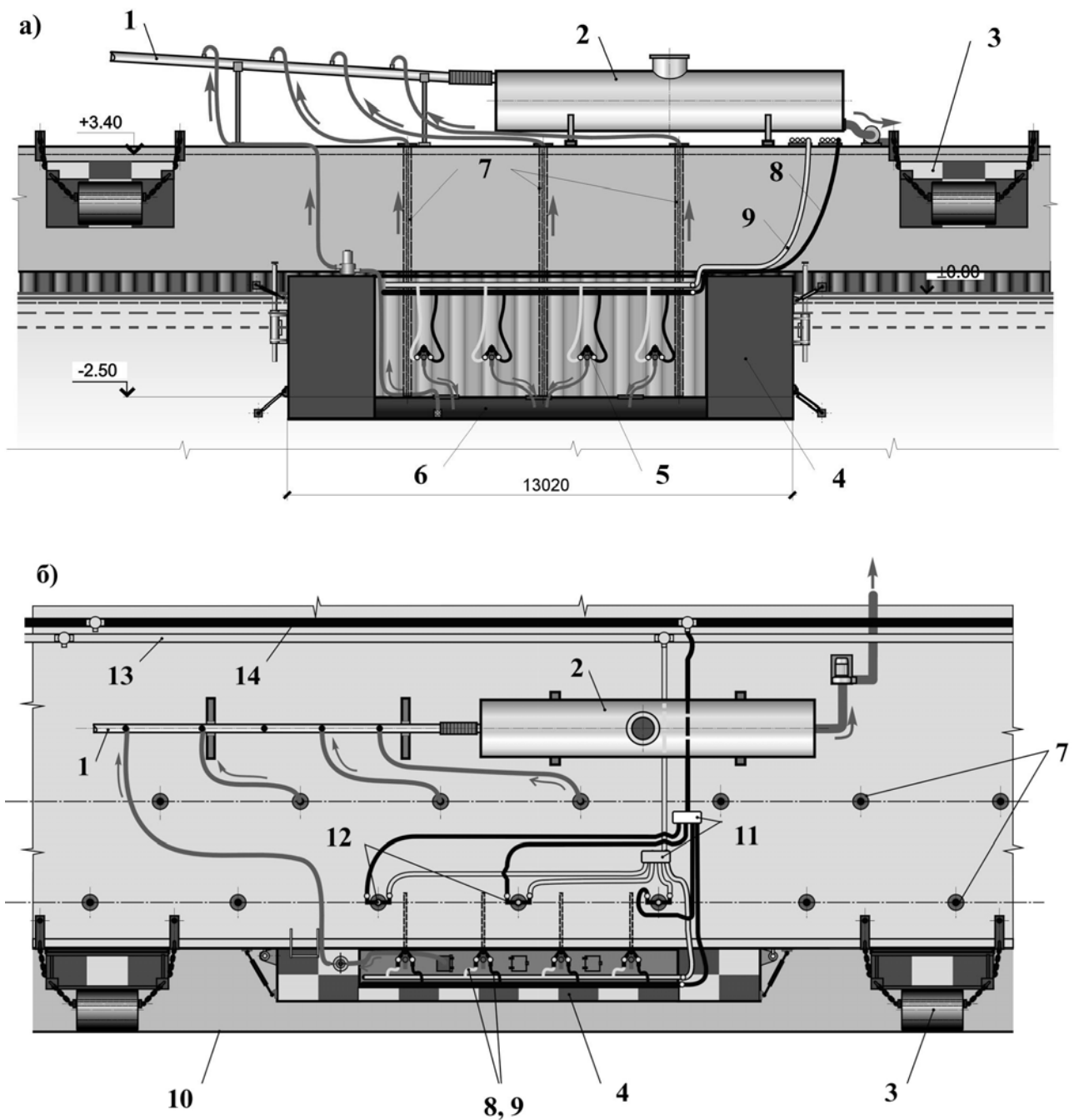


Рис. 7. Схема производства очистных работ прикормонного грунта:
а — фасад; *б* — план; 1 — сливной коллектор; 2 — емкость коллектора; 3 — специальная проставка; 4 — гермокамера; 5 — коллектор дренажно-паровых игл; 6 — емкость-утилизатор; 7 — фильтрационные коллекторы-сепараторы; 8, 9 — шланги подачи пара и воздуха в ДПИ; 10 — корпус судна; 11 — раздаточные колонки пара и воздуха; 12 — коллекторы ФКС; 13 — магистральный воздухопровод с вентилями раздачи; 14 — магистральный паропровод с вентилями раздачи; 15 — дренажно-паровая игла; 16 — железобетонный оголовок

Балластный отсек средней секции предназначен для заполнения заборной водой при перестановке гермокамеры и одновременно служит сборником нефтесодержащих стоков при проведении очистных работ. После установки гермокамеры балластная вода из этого отсека откачивается, и в дальнейшем отсек используется для сбора нефтесодержащей воды и нефтепродуктов. Откачка загрязненной воды производится специальным насосом в емкости на причале. Плавучести крайних секций с балластными отсеками обеспечивают непотопляемость гермокамеры при ее перемещении по воде и установке, а также возможность регулирования осадки.

Для защиты от волнения гермокамера оборудована фальшбортом, для защиты от осадков — каркасной секционной крышей и брезентовым тентом. На стенке гермокамера крепится с помощью специальных электромагнитных обухов, позволяющих не проводить опасные в пожарном отношении электросварочные работы. К этим обухам прикрепляются талрепы и рычажные лебедки для притягивания и равномерного прижатия гермокамеры к шпунтовой стенке. Нефтесодержащая вода из отсека-утилизатора откачивается через специальные люки в днище средней секции с помощью грязевого насоса с пневматическим приводом. Очистка воздуха в рабочем пространстве камеры производится вытяжной вентиляцией во взрывобезопасном исполнении.

В параграфе 5.3 приведены результаты производственного эксперимента по очистке нефтезагрязненного песчаного грунта, удаляемого из засыпки пирса на одном из нефтетерминалов Балтийского региона. На площадке вблизи пирса были размещены следующие сооружения: склад хранения загрязненного нефтепродуктами грунта с системой подогрева и дренажной системой отвода загрязненной воды; технологическая площадка с оборудованием и инженерными коммуникациями для подачи воды и отвода отработанных грязных вод; склад очищенного песчаного грунта.

Все оборудование по очистке загрязненного грунта от нефтепродуктов было смонтировано в стандартном металлическом контейнере. В основе метода очистки загрязненного нефтепродуктами песчаного грунта заложен принцип отмыва его с помощью подогретой воды с добавлением специального легкого моющего реагента.

Очистка загрязненного нефтепродуктами грунта выполнялась в 2 этапа: первичная очистка — производилась на площадке складирования загрязненного грунта; окончатель-

ная очистка — производилась на технологической площадке с помощью изготовленного комплекта оборудования.

До начала основных работ была проведена серия опытных работ с целью отработки технологических режимов процесса очистки грунта от нефтепродуктов в производственных условиях. В процессе испытаний были выполнены работы по 12 режимам очистки с использованием моющего реагента БОК-3. При отработке режимов очистки использовался песчаный грунт с концентрацией нефтепродуктов 60...70 тыс. мг/кг, составлявший примерно 70% от общего объема требующего очистки грунта.

В результате проведения опытных работ был выбран оптимальный режим очистки грунта до такой степени, когда содержание остаточного нефтепродукта не превышает допустимой величины. В процессе испытаний постоянно осуществлялся контроль за качеством очистки. Отобранные пробы грунта исследовались в экспресс-лаборатории с определением концентрации остаточных нефтепродуктов. Более того, контрольные пробы очищенного грунта передавались в независимую лабораторию для повторного определения содержания нефтепродуктов.

В параграфе 5.4 представлены результаты производственного эксперимента по заполнению (утилизации) трубопроводов и полостей в теле причалов. Под руководством и при непосредственном участии автора было создано специальное технологическое оборудование и оснастка во взрывобезопасном исполнении для заполнения полостей труб цементным раствором. Проверка работоспособности оборудования и оснастки была проведена на опытном участке нефтепирса, предоставленного для производственного эксперимента одной из фирм в порту Вентспилс (Латвия).

Для очистки акваторий в параграфе 5.5 предлагается устанавливать в зоне переменного уровня воды специальные нефтеловушки, прикрепляя их к причальным стенкам и образуя замкнутые контуры. Нефтеловушки заполняются биосорбентом, с помощью которого собираются нефтяные пленки с поверхности воды.

Нефтеловушка представляет собой объемную конструкцию в крепежной сетке, закрепляемую в металлическом или деревянном каркасе на шпунте с помощью защитной ме-

таллической решетки. Эта решетка крепится на болтах к стальным полосам, пристрелянным к стенкам шпунта монтажными дюбелями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе анализа и обобщения опыта экспертиз технического состояния и технологий ремонта портовых сооружений в различных регионах установлено, что наиболее трудоемкая и технически сложная часть ремонтных работ относится к восстановлению и усилению конструкций в зоне переменного уровня воды. Повреждения конструкций в этой зоне, как правило, оказывают негативное влияние на окружающую среду, загрязняя прилегающий водный бассейн. В связи с этим сделан вывод о том, что для ремонта гидротехнических сооружений в зоне переменного уровня необходимы новые технологии, обеспечивающие высокое качество работ, долговечность отремонтированных конструкций, снижение затрат на ремонты и минимизацию негативных воздействий на окружающую среду.

2. Сформулированы технические требования к гермокамерам, исследованы условия их применения, определены основные направления, принципиальные схемы и технологии их создания. Принято во внимание разнообразие конструктивных форм гидротехнических сооружений, различие в техническом состоянии и необходимых видах ремонта, значительные отличия в метеорологических и гидрологических условиях (колебания уровня, волнение, течения, ледовые воздействия, глубины воды).

3. Предложены методики расчета нагрузок на гермокамеры и их конструкций, методика инженерного расчета остойчивости в процессе буксировки и при установке в рабочее положение.

4. Экспериментальными исследованиями подтверждена эффективность новых природоохранных технологий с использованием гермокамер. Производственные эксперименты с применением гермокамер проводились при ремонте сооружений различного типа: свайные конструкции, шпунтовые стенки и др. При проведении экспериментов удалось обеспечить высокое качество и долговечность ремонта, возможность пооперационного контроля при проведении работ, безопасные условия труда, отсутствие негативных влияний на окружающую среду.

5. В результате диссертационных исследований разработаны, научно обоснованы и реализованы в условиях морских портов:

природоохранные технологии ремонта МГТС с помощью гермокамер;

методы проектирования и расчетов гермокамер;

гермокамеры различной конструкции, позволяющие выполнять ремонт сооружений;

новые методы очистки грунтового массива портовых объектов, в том числе с использованием гермокамер.

6. Задачами дальнейших исследований являются:

расширение возможности использования новых технологий ремонта и усиления МГТС для работы на глубинах до 10...15 метров, а также для работы в условиях значительных приливов-отливов и волнения;

создание и освоение эффективных технологий для закрепления и уплотнения грунтовых массивов при ремонте МГТС;

разработка методов оценки несущей способности и устойчивости сооружений, имеющих повреждения отдельных конструкций;

развитие методов оценки надежности гидротехнических сооружений в зависимости от технического состояния, условий и сроков эксплуатации.

Основные положения диссертации изложены в следующих работах:

1. Алексеев И. О. Строительство маяка на искусственном основании // Транспортное строительство. 1981. № 8. С. 16...18.

2. Алексеев И. О. Опыт производства работ по отсыпке и выравнию каменных постелей // Транспортное строительство. 1982. № 4. С. 17...19.

3. Алексеев И. О. Строительство маяков на искусственном основании в открытом море // Транспортное строительство. 1982. № 8. С. 15...16.

4. Алексеев И. О., А. С. Федоров, А. Г. Искрицкая. Пат. 2052011 (Российская Федерация), Е 02 В 1/00. Устройство для ремонта свай / Оpubл. в Б.И., 1996, № 1

5. Алексеев И. О., А. Г. Искрицкая. Пат. 2079600 (Российская Федерация), Е 02 В 1/00. Устройство для ремонта подводных частей гидротехнических сооружений / Оpubл. в Б.И., 1997, № 14.

6. Алексеев И. О., А. С. Федоров, А. Г. Искрицкая. Пат. 2098546 (Российская Федерация), Е 02 В 1/00. Устройство для ремонта подводных частей гидротехнических сооружений / Оpubл. в Б.И., 1997, № 34.

7. Алексеев И. О., М. Е. Миронов. Природоохранные технологии очистки и ремонта нефтяных причалов // Промышленная экология: Тез. докл. конф. СПб., 1997. С. 48...49/

8. Alekseev I., Mironov M. Purification of fuel-oil pier ground filling: technologies keeping the pier operation/ Proc. Int.sci.and tech.Sem. "Ecological sarfety under sea and river port construction", St. Petersburg, okt. 23-24, 1997, P. 33...34.

9. Алексеев И. О. Пат. 2133313 (Российская Федерация), Е 02 В 1/00. Устройство для ремонта свайных конструкций гидротехнических сооружений / Оpubл. в Б.И., 1999, № 20.

10. Алексеев И. О. Пат. 2136812 (Российская Федерация), Е 02 В 1/00, 7/50. Устройство для производства работ на подводных частях гидротехнических сооружений / Оpubл. в Б.И., 1999, № 25.

11. Алексеев И. О. Пат. 2136813 (Российская Федерация), Е 02 В 1/00, 7/50. Устройство для производства работ на подводных частях гидротехнических сооружений / Оpubл. в Б.И., 1999, № 25.

12. Алексеев И. О. Пат. 2137881 (Российская Федерация), Е 02 В 15/04, В 09 С 1/00. Способ очистки от нефтепродуктов грунта портовых гидротехнических сооружений / Оpubл. в Б.И., 1999, № 26.

13. Алексеев И. О. Маяки Балтики. СПб.: Изд-во «Правда», 2000. 240 с.

14. Алексеев И. О. Маяки Эстонии. Таллинн: Изд-во «Greif», 2000. 140 с.

15. Алексеев И. О. Новая технология ремонта гидротехнических сооружений // Сб. тр. пост. дейст. межвуз. научн.-практ. сем. СПб., 2000. Вып. 3. С. 42...43.

16. Причалам новую жизнь // Порты Украины. 2000. № 3. С. 49.

17. Алексеев И. О. Ремонт портовых гидротехнических сооружений с помощью специального оборудования // Тр. Межд. Форума по пробл. науки, техн. и образ.: Под ред. В. П. Савиных, В. В. Вишневого, М., 2000. Т. 1. С. 73...74.
18. Алексеев И. О. Современная технология ремонта гидротехнических сооружений // Сб. тр. докторантов и адъюнктов / ВИТУ. 2000. Вып. 5. С. 87...92.
20. Алексеев И. О. Обеспечение качества ремонта подводных частей гидротехнических сооружений // Сб. докл. Всерос. научн.-практ. конф. по качеству строительства / СПб.: Изд-во ВИТУ. 2000. С. 190...191.
21. Алексеев И. О. Ремонт причальных сооружений на сваях и сваях-оболочках // Сб. тр. пост. дейст. межвуз. научн.-практ. сем. СПб., 2000. Вып. 3. С. 43...44.
22. Алексеев И. О., М. Е. Миронов. К истории навигационного оборудования Финского залива // Гидротехника: наука и практика: Сб. статей научн.-практ. конф. СПб., Изд-во ВИТУ, 2000. С. 11...13.
23. Алексеев И. О. Исследование технического состояния, ремонт и реконструкция металлических шпунтовых стенок. М., 2001. Деп. в ВНИИНТПИ Госстроя России, вып. 1, № 11823.
24. Алексеев И. О. Оценка технического состояния морского причала: Рекомендации по его восстановлению и реконструкции (на примере причала пос. Ижевское Калининградской обл.). М., 2001. Деп. в ВНИИНТПИ Госстроя России, вып. 1, № 11819.
25. Алексеев И. О. Ремонт и реконструкция причалов типа больверк // Эффективные конструкции и технологии в строительстве / ВИТУ. 2001. Вып. 4. С. 66...70.
26. Алексеев И. О. Ремонт портовых гидротехнических сооружений. СПб.: Изд-во ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева», 2001. 141 с.
27. Алексеев И. О. Природоохранные технологии ремонта морских гидротехнических сооружений с применением гермокамер. СПб.: Изд-во ОАО «ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева», 2001. 176 с.
28. Alekseev I., Szypilow A. Zastosowanie nowych technologii oraz organizacja tych robot przy remontach morskich budowli hydrotechnicznych // Inzynieria Morska i Geotechnika /Gdansk. 2001. nr 1. S. 33...37.

29. Алексеев И. О. Геоэкологическая безопасность при ремонте причальных сооружений // Мат. 5 научн.- техн. конф. «Дефекты зданий и сооружений. Усиление конструкций» / ВИТУ. 2001. С. 77-79.

30. Алексеев И. О. Технология морских гидротехнических работ: Учебное пособие. СПб.: ВИТУ, 2001. (В. Н. Денисов, С. Д. Прямицкий, В. Н. Татаренко). 322 с.

31. Алексеев И. О. Ремонт железобетонных свай-оболочек. // Сб. тр. докторантов и адъюнктов / ВИТУ. 2001. Вып. 6. С. 93...98.

32. Алексеев И. О. Экологическая безопасность причальных сооружений при их ремонте. // Безопасность XXI века. Материалы заочной конференции / СПб.: Изд-во МАНЭБ. 2001. Вып. 4. С. 6...8.

33. Alekseev I. Odtworzenie wytrzymałości i stateczności pirsu w warunkach intensywnej eksploatacji // XX konferencja naukowo-techniczna "AWARIE BUDOWLANE" / Szczecin-Miedzyzdroje. 22-26 maja 2001. S. 415...422.

34. Alekseev I. New technologies and experience of repair of quays in Baltic sea ports // V International seminar on renovation and improvements to existing quay structures dedicated to professor Boleslaw Mazurkiewicz on his 70 birthday. Held at Technical university of Gdansk / Poland. 2001. P. 5-13.

35. Alekseev I., Mishchenko S. Strengthening of sheet pile walls by installation of additional anchors // V International seminar on renovation and improvements to existing quay structures dedicated to professor Boleslaw Mazurkiewicz on his 70 birthday. Held at Technical university of Gdansk / Poland. 2001. P. 15-21.

36. Alekseev I., Shipilov A. Expert survey and corrosion protection of piles in the north port of Gdansk. // V International seminar on renovation and improvements to existing quay structures dedicated to professor Boleslaw Mazurkiewicz on his 70 birthday. Held at Technical university of Gdansk / Poland. 2001. P. 23-29.