

Реконструкция причальных стенок с применением инъекционных анкеров и методы их контроля ниже уровня воды



Горгуца Р. Ю.

к.т.н., главный инженер
ООО «Морстройтехнология»



Лисовский С. В.

главный инженер проекта
ООО «Морстройтехнология»



Бойченко П. О.

Санкт-Петербургский
политехнический
университет Петра
Великого,
Инженерно-строитель-
ный институт
5-й курс, группа 53101/15

Аннотация: В данной статье рассматривается вариант реконструкции причального сооружения с применением грунтовых анкеров, а также методы их контроля под водой. Проанализированы преимущества и недостатки рассматриваемого метода. Выявлена и обоснована необходимость проведения контроля выполненных работ для обеспечения безаварийности и безопасной эксплуатации причально-го сооружения.

Ключевые слова: инъекционный (грунтовый) анкер, буровая машина, контрольные и приемочные испытания, гидротехническое сооружение, причал, реконструкция, выдергивающая нагрузка, несущая способность анкера.

Abstract: This article discusses an alternative scheme of reconstruction a quay wall by using ground anchorage system with further underwater control methods. Pros and cons of methods under consideration were analyzed. In order to assure freedom from accidents and safe use of a quay wall, relevance of testing performance control has been brought to light and deliberately justified.

Key words: injection (ground) anchor, boring machine, control and reception test, hydraulic engineering structure, quay, reconstruction, pulling load, anchor load capacity.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРИЧАЛЬНОЙ СТЕНКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГРУНТОВЫХ АНКЕРОВ. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ. НОРМАТИВНАЯ БАЗА

Значительная часть гидротехнических сооружений на территории России была построена во второй половине минувшего века. К текущему времени для подавляющего большинства из них заканчивается нормативный срок службы. Это приводит к необходимости принятия превентивных мер, а именно реконструкции либо капитального ремонта.

В современном мире наблюдаются тенденции к увеличению размеров торгового флота, что обусловлено экономичностью новых современных судов и низкой ставкой фрахта. Таким образом, для обеспечения конкурентоспособности на рынке портовых услуг целесообразно рассматривать реконструкцию гидротехнического сооружения с изменением технико-экономических показателей причалов (эксплуатационные нагрузки, отметки дна перед сооружением, инженерная оснащенность и т.д.).

Нормативной базой, в частности [4], рекомендованы различные варианты реконструкции и усиления причалов типа «больверк». Наибольшее распространение в России и СССР нашли схемы реконструкции путем устройства оторочек и экранирующих элементов. Это обусловлено относительной простотой выполнения работ, достаточной изученностью нормативной базы, а также возможностью контроля выполненных работ. Несмотря на перечисленные факты применение инъекционных (грунтовых) анкеров зачастую является наиболее рациональным способом

реконструкции. Их использование оправдано при следующих условиях:

- недопустимость переноса линии кордона и сужения операционной акватории;
- невозможность вывода причала из эксплуатации;
- неравномерный износ основных несущих элементов (интенсивный износ лицевой шпунтовой стенки при незначительном износе анкерной системы, подкрановых балок и путей и т.д.).

Предлагаемый способ реконструкции причальной стенки имеет следующие преимущества и недостатки.

Недостатки:

- относительная сложность реконструкции причальных сооружений ячеистого типа;
- необходимость задавливания твердеющего раствора во внутреннюю полость анкера;
- потребность в специальном оборудовании для установки инъекционных (грунтовых) анкеров и при их испытаниях;
- трудоемкость проведения испытаний (в случае установки головной пластины ниже уровня воды);
- невозможность применения технологии в просадочных и сильносжимаемых грунтах.

Преимущества:

- работы возможно выполнять без вывода причала из эксплуатации в «окна» между подходами судов;
- не происходит сужение акватории либо излом причальной линии;
- значительное увеличение несущей способности причального сооружения, что позволяет увеличивать эксплуатационные нагрузки на сооружение либо выполнить дноуглубление;
- сохранение причальной инфраструктуры и технологии перегрузочных работ;
- минимизация негативного влияния на экологию.



Рис. 3. Испытание анкера с использованием проходного домкрата

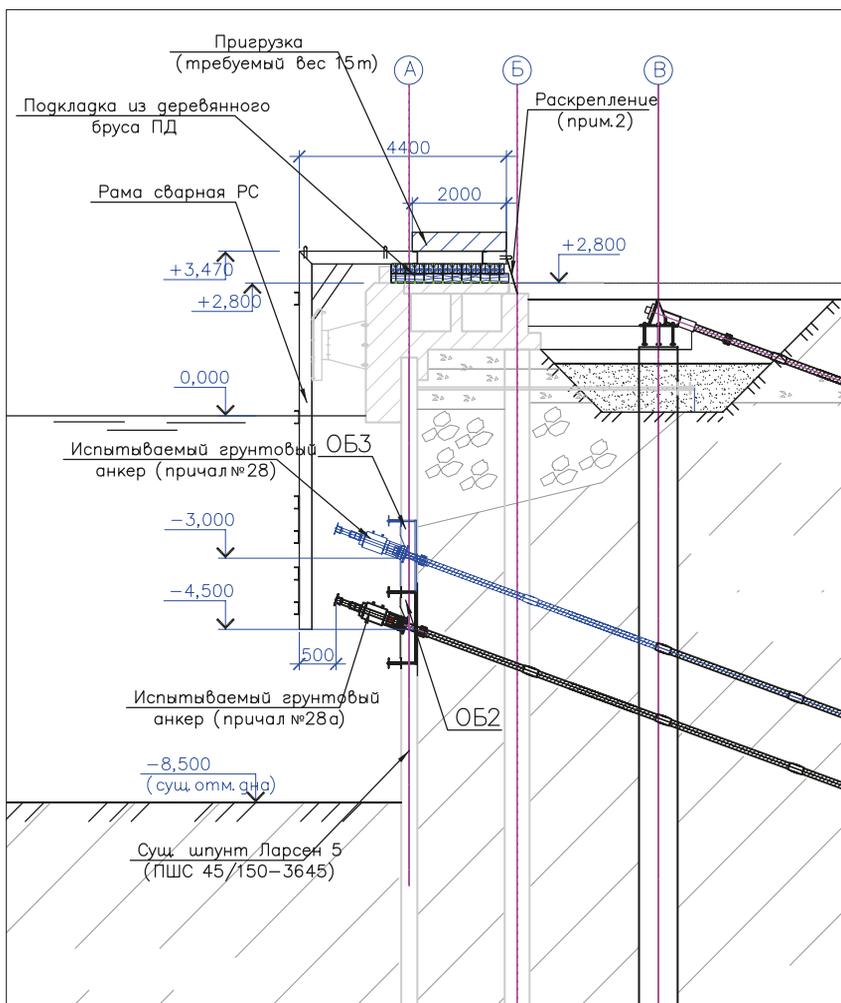


Рис. 4. Схема прикрепления сварной рамы к причальному сооружению

ют к забуриванию первой секции анкера вместе с буровой головкой. С помощью муфты устанавливается вторая секция с распоркой и забуривается дальше. На последней стадии происходит подача цементного раствора при большом давлении для расширения зоны бетонирования. В завершение производится обтяжка грунтовых анкеров на проектное усилие, устанавливаются шайбы и силовые гайки.

Вышеописанная технологическая последовательность справедлива как для анкеров, устанавливаемых «насухо», так и для анкеров, монтируемых под водой. Подводный монтаж сопряжен с необходимостью выполнения дополнительных мероприятий по монтажу оборудования, оснастки, обеспечению их влагозащиты, а также доступа технического персонала, обеспечивающего пусконаладочные и испытательные работы.

Для контроля выполненных строительно-монтажных работ по установке грунтовых анкеров их подвергают трем видам испытаний: пробным, контрольным и приемочным.

Пробные испытания могут проводиться в различных условиях, но, как показывает практика, чаще всего таким испытаниям анкерные тяги подвергаются в заводских или лабораторных условиях.

Контрольные испытания следует проводить ступенчато возрастающей нагрузкой. Испытательная нагрузка на анкер $P_{и}$ принимается равной $1,5P_{w}$. По результатам испытаний определяют: предельную нагрузку $P_{кр}$; эффективную свободную длину тяги l_{ff} ; коэффициент ползучести K_s ; остаточные перемещения анкера DI_s .

Значения величин P_w и l_{ff} должны удовлетворять условиям, поставленным при проведении пробных испытаний. Остаточные перемещения DI_s , вызванные нагрузками P_w и $P_{и'}$, не должны быть больше значений, полученных при пробных испытаниях для соответствующих нагрузок.

Приемочные испытания начинают с нагрузки $P_0 = 0,2P_{и'}$, при которой фиксируют начальные отсчеты перемещения головки анкера, и доводят до величины $P_{и'}$, выдерживая ее в течение 15 мин. и измеряя перемещение головки анкера через 1, 3, 5, 7, 10 и 15 мин., далее уменьшают нагрузку до величины P_0 , измеряют упругое перемещение головки анкера, увеличивают нагрузку до блокировочной и закрепляют анкер на конструкции.

Анкер считается пригодным, если величины $DI_{и'}$ и DI_s вычисленные для нагрузок $P_{и'}$, а также l_{ff} меньше или равны соответствующим величинам, полученным при контрольных испытаниях. [6]

ОПЫТ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРУНТОВЫХ АНКЕРОВ В ПОДВОДНОЙ ЗОНЕ

Компания ООО «Морстройтехнология» выполнила Проект реконструкции причалов №№ 28а, 28, 29, 30 ОАО «Новорослэксспорт» в морском порту Новороссийск. В 2014 году было получено положительное заключение ФАУ «Главгосэкспертиза России» на проектную документацию, а в 2015 году подрядчик ООО «ПортГидроСтрой» по заказу ОАО «Новорослэксспорт» приступил к работам по реконструкции причалов №№ 28а, 28. Авторский надзор и техническое сопровождение строительства выполнялись специалистами ООО «Морстройтехнология».

Согласно разработанной проектной и рабочей документации предусмотрена реконструкция существующих причалов №№ 28а, 28 с целью увеличения отметки дна почти на 5 метров посредством установки

двух уровней грунтовых анкеров. Один ряд надводный и один ряд подводный — на глубинах 3 м (причал № 28а) и 4,5 м (причал № 28).

До сдачи работ заказчику были проведены контрольные и приемочные испытания. Программа испытаний была разработана специалистами ООО «Морстройтехнология» совместно с производителем грунтовых анкеров.

Контрольным испытаниям статической выдерживающей нагрузкой была подвержена наиболее нагруженная часть анкеров по совокупности факторов (грунтовые условия, существенный износ элементов существующего причала и т.д.). Приемочным испытаниям статической выдерживающей нагрузкой были подвержены все анкеры.

Над поверхностью воды испытания выполнялись с использованием проходного домкрата, установленного на специальной распределительной плите (рис. 3).

Нагружение испытываемых анкеров на отметке +2,230 на выдерживающую нагрузку проводилось ступенями: первые две ступени по 39,2 тс каждая, последующие ступени — по 19,6 тс каждая, с условной стабилизацией на каждой ступени согласно [5].

Испытания прекращались при достижении нагрузки на анкера $P_{и}=196$ тс или исчерпанию несущей способности по боковой поверхности анкера (фиксирувалось по тарированному манометру резким падением давления в гидравлической системе).

Для выполнения испытаний анкеров, размещенных в подводной зоне, потребовалась разработка специальных технических решений, поскольку нормативной базой предусматривается измерение перемещений свободного конца тяги анкера относительного реперного устройства, представляющего собой жесткую раму, расположенную перед анкеруемой стенкой на расстоянии 1,5–2,0 м.

Так как не существует уже готовых подобных решений для подводных испытаний, специалистами ООО «Морстройтехнология» была разработана индивидуальная конструкция рамы (рис. 4).

Сварная рама была раскреплена к существующему рельсу прикордонной зоны причала. Непосредственно для проведения испытаний на раму были установлены блочный механизм с домкратом и тросиковый датчик, который соединялся с регистрирующей аппаратурой, установленной на поверхности, при помощи изолированного кабеля.

Габаритные размеры рамы были рассчитаны с условиями обеспечения прочности, устойчивости, а также удобного и безопасного доступа к оборудованию технического персонала в аквалангах.

Испытание проводилось проходным домкратом грузоподъемностью 300 т.

Давление на домкрате создавалось при помощи электрической насосной станции и фиксировалось по установленному манометру с ценой деления 10 атм. Станция размещалась на поверхности и соединялась с домкратом при помощи гидравлических шлангов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. *Строительные нормы и правила: Гидротехнические сооружения. Основные положения:* СНиП 33 01-2003 / Госстрой России. – Введ. 30.06.2003. – М., 2004.
2. *Строительные нормы и правила: Гидротехнические сооружения. Основные положения:* СП 58.13330.2012 (Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003) / Минрегион России. – Введ. 01.01.2013. – М., 2012.
3. *Руководящие документы: Основные положения расчета причальных сооружений на надежность:* РД 31.31.35-85 / СОЮЗМОРНИИПРОЕКТ. – Введ. 15.11.1985. – М., 1986.
4. *РД 31.31.38-86. Инструкция по усилению и реконструкции причальных сооружений / СоюзморНИИпроект. – Введ. 01.07.1986. – М., 1987.*
5. *ГОСТ 5686-2012. Грунты. Методы полевых испытаний сваями / НИИОСП им. Н. М. Герсеванова ОАО «НИЦ «Строительство».* Введ. 01.07.2013. М., 2013.
6. *ВСН 506-88. Проектирование и устройство грунтовых анкеров / Минмонтажспецстрой СССР, М. 1989.*



Рис. 5. Опорный блок подводного анкера, домкрат, блочный механизм

Начиная с нагрузки $P_0=0,2P_{и}$ и доводя ее до величины $P_{и}=252,2$ тс, были замерены перемещения головок анкеров через определенные интервалы времени. Уменьшив нагрузку до P_0 , было замерено упругое перемещение головок. Анкеры были закреплены на конструкции при блокировочной нагрузке P_6 , которая составила для всех анкеров 1,6 тс.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Уникальность и новизна описанных работ и испытаний, выполненных с техническим сопровождением ООО «Морстройтехнология», заключается в том, что они частично (для 71 анкера из 108) были выполнены под водой на глубинах до 4,5 м с нагрузкой до 250 т. Подобные испытания под водой были произведены в России впервые. Работы выполнены качественно и в срок. Приобретенный опыт позволяет в дальнейшем применять данные нерядовые варианты реконструкции причальных стенок в случае объективной необходимости.

В целом, предлагаемый способ реконструкции гидротехнического сооружения с использованием грунтовых анкеров на сегодняшний день является современным, актуальным, хорошо изученным, а иногда и единственно возможным. Несмотря на это выполнение строительно-монтажных работ по установке инъекционных анкеров зачастую представляет собой сложную задачу. Для контроля правильности установки существует несколько видов испытаний, правильное выполнение которых обеспечивает безаварийную работу всего ГТС при последующей эксплуатации.