

# Применение современных методов реконструкции причальных сооружений типа больверк без вывода из эксплуатации



**Гордина Р. Ю.**  
заместитель генерального  
директора  
ООО «Морстройтехнология»



**Лисовский С. В.**  
главный инженер  
ООО «Морстройтехнология»



Ранее ООО «Морстройтехнология» в номерах 1(17)–2014, 3(31)–2017 нашего журнала публиковало статьи о возможности и целесообразности реконструкции причальных сооружений типа больверк посредством изменения характеристик (закрепления) грунтов обратной засыпки. Приводился опыт применения данной технологии при выполнении реконструкции причалов ООО «МГС-Терминал» в порту Санкт-Петербург.

Основываясь на положительных результатах лабораторных и натурных исследований в ходе строительного-монтажных работ и эксплуатации причалов ООО «МГС-Терминал», ООО «Морстройтехнология» распространило практику реконструкции причалов по данной технологии в морском порту Находка.

ООО «Морстройтехнология» выступило генпроектировщиком по разработке проектной и рабочей документации на реконструкцию причалов №34 и №35 в морском порту Находка и выполняло авторский надзор за строительством объекта. По разработанной документации были получены положительные заключения ФАУ «Главгосэкспертиза России» по технической и сметной частям.

Основные задачи реконструкции сводились к увеличению проектных отметок дна.

По результатам основных проектных решений был рекомендован вариант реконструкции причалов посредством изменения характеристик (закрепления) грунтов обратной засыпки. Основоположающими критериями выбора данного варианта послужили:

1. Возможность выполнения строительно-монтажных работ в условиях действующего предприятия в особо стесненных условиях без вывода причалов из эксплуатации;

2. Меньшая стоимость строительства относительно устройства оторочки из металлического шпунта, или укрепления стенки грунтовыми анкерами, для возможности приема судов больших размеров и увеличения пропускной способности МГФ;

3. Сохранение существующей ширины операционной акватории причалов, что являлось немаловажным фактором с учетом того, что терминал располагается в дельте реки, а после реконструкции предполагался прием судов больших габаритов.

Конструкция существующих причалов — заанкеренный болюверк из металлического шпунта Ларсен V из стали СтЗкп, погруженного до отметки минус 16,92 и 17,92 м БС на причале №34 и №35 соответственно. Анкерная стенка выполнена из металлического шпунта Ларсен V из стали СтЗкп. Высота анкерной стенки — 4 м. Лицевая и анкерная стенки соединены анкерными тягами из круглой стали ВСтЗсп2 диаметром 80 мм с переменным шагом 0,84 м, 1,68 м и 2,52 м. Длина тяг — 18,0 м. Отметка дна — 9,75 БС.

Проектными решениями предусматривались:

- искусственное закрепление грунтов оснований причалов №34 и №35 с предварительным выделением опытного участка;

- дноуглубительные работы на акватории причалов и на подходном канале до отметки 12,5 БС.

Цель выделения опытного участка:

- подбор рецептурных и технологических параметров струйной цементации для обеспечения требуемых характеристик закрепленного массива грунта, принятых в проекте;

- проведение натурных испытаний в сопровождении мониторинга.

Работы по реконструкции и опытному участку выполнялись подрядной строительной организацией АО «Нью Граунд».

В соответствии с программой работ опытное закрепление грунтов основания выполнялось на двух участках, расположенных в пределах причалов №34 и №35.

В настоящее время практикуется три способа струйной цементации грунтов, главное отличие между которыми — организация процесса разрушения грунта и создания грунтоцементных свай. Представленное на современном рынке буровое



Рис. 1. Опытный участок №1. Вид голов грунтоцементных колонн, выполненных по технологии Jet-1 (диаметр 0,5–0,6 м)



Рис. 2. Опытный участок №1. Вид голов грунтоцементных колонн, выполненных по технологии Jet-2 (диаметр 1,15–1,3 м)



Рис. 3. Опытный участок №2. Вид голов грунтоцементных колонн, выполненных по технологии Jet-1 (диаметр 0,5–0,6 м)



Рис. 4. Опытный участок №2. Вид голов грунтоцементных колонн, выполненных по технологии Jet-2 (диаметр 1,1–1,3 м)





Рис. 5. Вид выбуренных кернов из колонны №13 (опытный участок №2). Образцы в количестве 98 шт. в возрасте 28 суток испытаны в независимой испытательной лаборатории



Рис. 6. Определение предела прочности на сжатие (слева) и растяжение (справа). Также был выполнен полевой контроль деформативности массива закрепленного грунта посредством штамповых испытаний



Рис. 7. Конструкция испытательного стенда

оборудование для Jet Grouting позволяет выполнять разрушение грунта и формирование свай с помощью:

- подаваемого под напором бетонного раствора (Jet-1);
- бетонного раствора и воздушной струи (Jet-2);
- бетонного раствора, воздушной струи и водяной струи (Jet-3).

В нашем конкретном случае выполнялись подбор и анализ по первым двум системам. В пределах каждого из участков было выполнено шесть грунтоцементных колонн по однокомпонентной технологии струйной цементации грунтов Jet-1 (№№1–12) и шесть колонн по двухкомпонентной технологии Jet-2 (№№13–24) с различными расходами цемента.

По факту изготовления грунтоцементных свай был выполнен контроль механических и деформационных характеристик грунтоцемента лабораторным способом.

По результатам проведенных опытно-исследовательских работ совместно с подрядной строительной организацией АО «Нью Граунд» были уточнены требования к технологии производства работ для достижения проектных характеристик грунта, а именно: были определены способ закрепления грунта методом струйной цементации типа Jet-1, расход цемента, диаметр и шаг грунтоцементных свай.

В итоге совместной работы проведена реконструкция действующих причалов без вывода их из эксплуатации, выполнено дноуглубление, причалы сданы в эксплуатацию.

В августе 2020 года Ростехнадзором было выдано заключение о соответствии реконструированного объекта требованиям технических регламентов и проектной документации

## ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

На очередном объекте была подтверждена работоспособность предлагаемого метода реконструкции причалов. Данный метод, как отмечалось ранее, может быть рекомендован к применению в случае:

- невозможности перемещения линии кордона причального сооружения в сторону акватории;
- отсутствия возможности погружения экранирующих элементов;
- необходимости незначительного понижения отметки дна непосредственно перед сооружением.

В том случае, если проектной документацией кроме закрепления грунтов обратной засыпки причалов не предусмотрены иные строительномонтажные работы, которые оказывают воздействие на водную среду, возможно значительное сокращение сроков согласования документации в государственных контролирующих органах (ФА по рыболовству, Государственная экологическая экспертиза), и как следствие — сокращение срока получения разрешения на ввод реконструируемого объекта в эксплуатацию.

По результатам нашего анализа стоимостных показателей реконструкции ГТС, средняя стоимость закрепления грунтов ниже, чем другие способы реконструкции причальных сооружений (оторочки, грунтовые анкеры), что также является немаловажным фактором при выборе способа СМР.



#### 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. Руководящие документы: Инструкция по усилению и реконструкции причальных сооружений: РД 31.31.38-86 / СОЮЗМОРНИИПРОЕКТ. – Введ. 01.07.1986. – М., 1987.
5. Руководящие документы: Инструкция по проектированию морских причальных и берегоукрепительных сооружений: РД 31.31.55-93 / Федеральная служба морского флота России. – Введ. 01.06.1993. – М., 1996.
6. Рекомендации по проектированию морских портовых гидротехнических сооружений в сейсмических районах при наличии в основании слабых грунтов: Р 31.3.02-98 / АОТ «ДНИИМФ». – Введ. 10.04.98.
7. Костюков В. Д. Надежность морских причалов и их реконструкция. – М.: Транспорт, 1987.
8. Гарибин П. А., Кукуй А. Л., Шабанов В. И. Геоэкологические проблемы при строительстве и эксплуатации причальных гидротехнических сооружений // ГИДРОТЕХНИКА. XXI ВЕК. – 2010. – №3. – С. 44-47.
9. Будин А. Я., Чекренева М. В. Усиление портовых сооружений. – М.: Транспорт, 1983.
10. Романов П. Л. Проектирование и эксплуатация некоторых типов тонкостенных причальных сооружений с учетом технологии строительства и усиления: Дис... канд. техн. наук. – СПб., 2002.
11. Arora S., Kinley J. Jet Grouting for the Re-support of Pier 11A in San Diego, CA // Coastal Engineering Practice / ASCE, 2011.
12. Dennis W. B., Thomas A. P. Super Jet Grouting Repairs and Extends the Life of Ailing Coastal Front Structure // Grouting and Ground Treatment Proceedings of the Third International Conference American Society of Civil Engineers / New Orleans, Louisiana., 2003.
13. Dennis W. B. The Utilization of Jet Grouting and Soil Mixing Methods to repair and Support Bulkhead Structures // Port Development in the Changing World Proceedings of the Ports 2004 Conference American Society of Civil Engineers / Houston, Texas, 2004.
14. Мангушев Р. А., Осокин А. И. Геотехника Санкт-Петербурга. – М.: Издательство АСВ, 2010. – ISBN 978-5-93093-771-8.
15. Малинин А. Г. Струйная цементация грунтов. – Пермь: Пресстайм, 2007. – ISBN 978-5-98975-201-0.
16. George K. Burke и Allen L. Sehn The influence of ground improvement on geotechnical design, ASCE/PENNDOT 20th Central PA // Geotechnical Conference. – 29-31, 2003.
17. Мангушев Р. А., Усманов Р. А., Ланько С. В., Конюшков В. В. Методы подготовки и устройства искусственных оснований. – Москва: Издательство АСВ, 2012. – ISBN 978-5-93093-868-5.
18. Николаевский М. Ю., Горгуца Р. Ю., Соколов А. В. Реконструкция причалов типа больверк путем изменения характера работы сооружения с распорного на гравитационное. // ГИДРОТЕХНИКА. XXI ВЕК. – 2014. – №1. – С. 64.
19. Горгуца Р. Ю., Николаевский А. М. Теория и практика реконструкции причальных сооружений типа больверк посредством изменения характеристик (закрепления) грунтов обратной засыпки. // ГИДРОТЕХНИКА. XXI ВЕК. – 2017 – №3. – С. 56.
20. Гладков И. Л., Жемчугов И. А. Опыт применения технологии струйной цементации грунтов при реконструкции причальных сооружений. // Гидротехника. – 2019. – №4. – С. 36.