

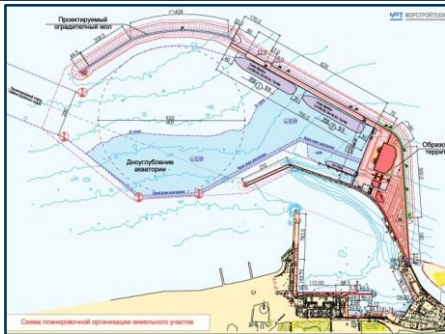
# Современные методы реконструкции морских причальных сооружений. Теория и практика

Лисовский Станислав Витальевич  
Главный инженер  
ООО «Морстройтехнология»

### «Морстройтехнология» - инжиниринговая компания, специализирующаяся на исследованиях и проектировании инфраструктуры объектов морского транспорта:

- ❖ Проектирование гидротехнических сооружений, портовых комплексов, транспортных объектов:
  - контейнерные морские терминалы и сухие порты;
  - многоцелевые и специализированные перегрузочные комплексы.
- ❖ Оптимизация логистики предприятий, исследования рынка транспорта, прогноз грузопотоков, концепции и стратегии развития транспортных компаний.

#### Проектирование «под ключ»: от идеи до эффективного воплощения



Предпроектные проработки



Проектирование



Рабочая документация



Авторский надзор  
при строительстве



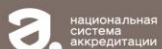
Ежегодно компания получает 10-14 положительных заключений экспертиз

The collage features several official documents, including:

- Conclusion No. 23-1-1-3-058852-2020:** Issued by the Federal Agency for Technical Regulation (FAS) regarding the reconstruction of port internal structures at Novorossiysk.
- Conclusion No. 1707-15/ТГ-10310/04:** Issued by the Ministry of Construction and Housing and Communal Services regarding the reconstruction of the "Seyernaya verf" (Seyernaya Verkh) facility.
- Conclusion No. 1337-13/ТГ-8952/04:** Issued by the Ministry of Construction and Housing and Communal Services regarding the reconstruction of a port terminal at Murmansk.
- Conclusion No. 39-1-3-0011-16:** Issued by the Ministry of Defense regarding the reconstruction of a port terminal at Kaliningrad.
- Conclusion No. 00-1-1-5055-13:** Issued by the Ministry of Construction and Housing and Communal Services regarding the reconstruction of a port terminal at Murmansk.
- Conclusion No. 00-1-4-0059-14:** Issued by the Ministry of Construction and Housing and Communal Services regarding the reconstruction of a port terminal at Murmansk.
- Conclusion No. 00-1-4-0059-14:** Issued by the Ministry of Construction and Housing and Communal Services regarding the reconstruction of a port terminal at Murmansk.
- Conclusion No. 00-1-4-0059-14:** Issued by the Ministry of Construction and Housing and Communal Services regarding the reconstruction of a port terminal at Murmansk.

Each document includes the official seal of the issuing authority, the name of the expert, and the date of the conclusion.

**Количество положительных заключений с 2021 г – 60 шт.**



национальная  
СИСТЕМА  
аккредитации



РОСАККРЕДИТАЦИЯ  
Федеральная служба  
по аккредитации



## АТТЕСТАТ АККРЕДИТАЦИИ

РОСС RU.0001.21CB01

Общество с ограниченной ответственностью "Морское строительство и технологии", ИНН 7802132406  
195220, Россия, -, г. Санкт-Петербург, ул.Гжатская, дом 21, корп. 2, литера А

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ООО "МОРСТРОЙТЕХНОЛОГИЯ"

соответствует требованиям

ГОСТ ISO/IEC 17025-2019

Аккредитация осуществлена российским национальным органом по аккредитации - Федеральной службой по аккредитации (Росаккредитация), являющейся федеральным органом исполнительной власти, и действующей в соответствии с Федеральным законом от 28 декабря 2013 года № 412-ФЗ "Об аккредитации в национальной системе аккредитации". Аккредитация является официальным свидетельством компетентности лица осуществлять деятельность в определенной области аккредитации. Лицо не вправе ссылаться на наличие у него аккредитации в национальной системе для проведения работ по оценке соответствия за пределами утвержденной области аккредитации. Настоящий аттестат является выпиской из реестра аккредитованных лиц, сформирован в автоматическом режиме и удостоверяет аккредитацию на дату ее формирования. Актуальные сведения об области аккредитации и статусе аккредитованного лица размещены в реестре аккредитованных лиц на официальном сайте Росаккредитации по адресу <http://fsa.gov.ru/>



Дата внесения в реестр сведений  
об аккредитованном лице 19 февраля 2016 г.

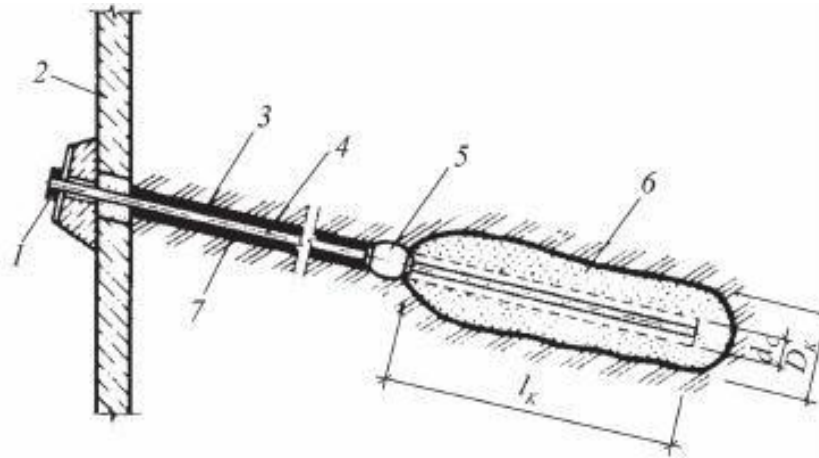
Дата  
формирования  
выписки  
09 января 2023 г.



Испытательный центр ООО «Морстройтехнология» аккредитован в качестве испытательной лаборатории в Единой национальной системе аккредитации. Утвержденная область аккредитации – «Здания и сооружения предприятий водного транспорта и их конструктивных элементов».



# Реконструкция причальных сооружений с применением инъекционных (грунтовых) анкеров



## Реконструкция причальных сооружений типа «больверк»

### Особенности причальных сооружений типа «больверк»

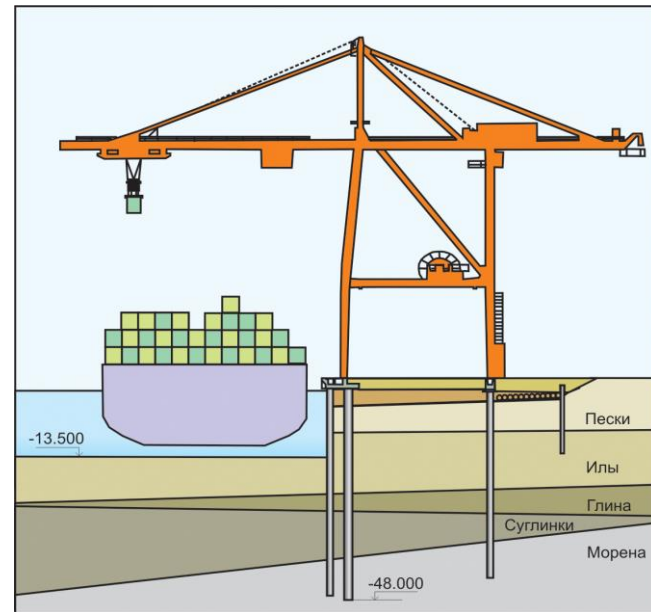
В соответствии с нормативными документами, расчетные сроки службы гидротехнических сооружений зависят от их класса: для сооружений I и II классов срок службы составляет 100 лет, а для III и IV классов – 50 лет.

Дополнительно рекомендуется учитывать сроки физического износа: для металлических конструкций – 40 лет, для железобетонных – 50 лет, а также морального износа – 25-35 лет.

Причальные сооружения типа «больверк», широко распространенные на территории России, массово строились в 60-е ÷ 70-е годы XX века. Большинство из них относятся к III классу, так как высота вертикальной лицевой стенки не превышает 20 метров.

### Актуальность реконструкции причальных сооружений типа «больверк»

- Истечение срока службы: физический и моральный износ конструкций.
- Рост товарооборота и изменение габаритов судов: необходимость увеличения глубин у причалов.
- Несоответствие современным требованиям: устаревшие конструкции не выдерживают текущих эксплуатационных нагрузок.



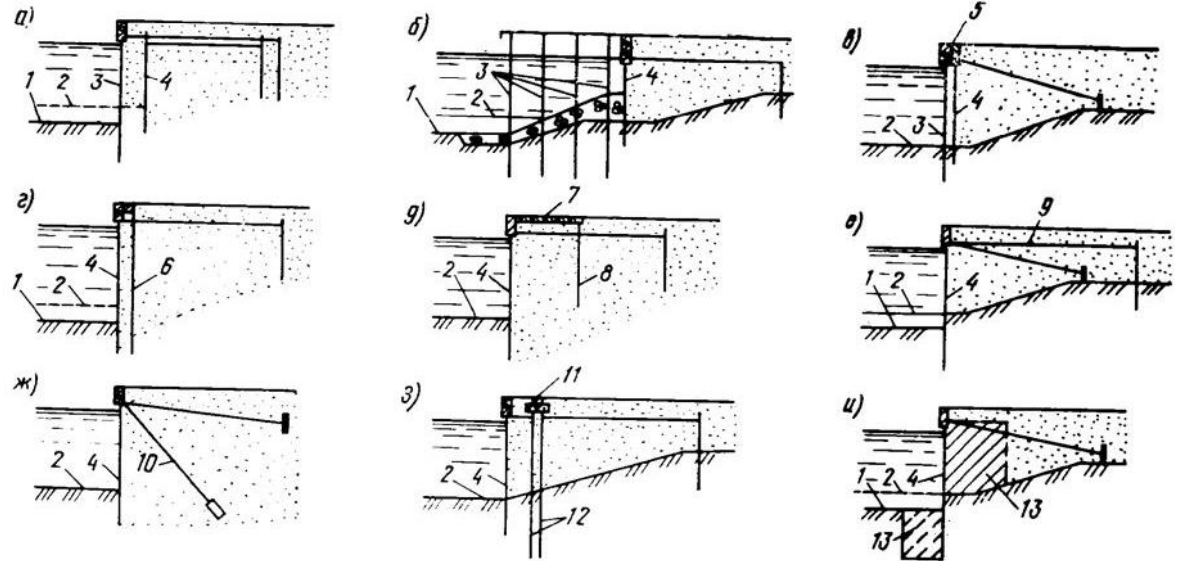
## Реконструкция причальных сооружений типа «больверк»

Согласно инструкции по усилению и реконструкции причальных сооружений в РД 31.31.38-86 существуют различные методы усиления, которые могут быть применены для рассматриваемого типа причала.

Основные варианты включают:

- а) погружение шпунтовой оторочки и устройство новой анкерной системы;
- б) возведение нового сооружения;
- г) погружение экраняющих рядов;
- д) устройство разгрузочной плиты;
- ж) устройство грунтовых анкеров;
- и) закрепление грунта основания причала.

Авторы: Ф.А. Мартыненко, Ю.И. Васильевский и др.



Большинство этих методов являются трудоемкими и требуют значительных материальных затрат.

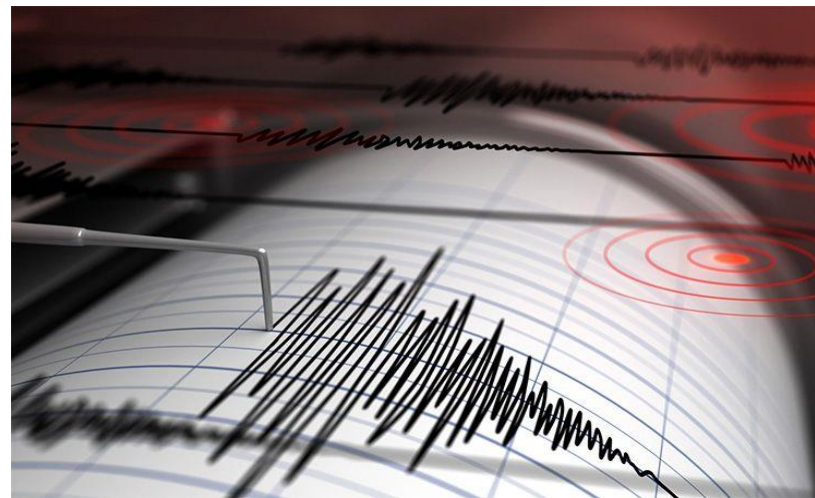
## Реконструкция причальных сооружений типа «больверк»

### Повышение сейсмостойкости причальных сооружений типа «больверк»

Все сооружения в Российской Федерации проектируются и строятся с учетом требований нормативных документов (СНиП, РД, СП и др.).

Причальные гидротехнические сооружения (ГТС), расположенные в сейсмически опасных районах, также подчиняются отдельным нормам для обеспечения безопасности.

Бассейн	Порт	Нормативные документы							
		СНиП II-A.12-62	СНиП II-A.12-69*	СНиП II-7-81*			СП 14.13330.2014		
				A	B	C	A	B	C
Черное море	Туапсе	7	7	8	9	9	8	9	9
	Новороссийск	6	6	8	9	9	8	9	9
	Сочи	7	7	8	9	9	8	9	9
Баренцево море	Мурманск	-	-	5	6	7	-	6	7
Японское море	Владивосток	6	6	6	6	7	6	6	7
	Ванино	-	6	7	8	9	7	8	9
	Находка	7	7	6	7	8	6	7	8
Охотское море	Южно-Сахалинск	7	7	8	8	9	8	8	9
	Петропавловск-Камчатский	8	9	9	10	10	9	10	10
Каспийское море	Махачкала	7	7	8	9	10	8	9	10



С каждым новым изданием карт общего сейсмического районирования (ОСР) менялась сейсмичность, что приводило к ее повышению в некоторых районах. Однако причальные сооружения, построенные ранее, не реконструировались в соответствии с новыми нормами.

При реконструкции причальных сооружений проектировщик обязан учитывать современные требования по сейсмике.

## Реконструкция причальных сооружений типа «больверк»

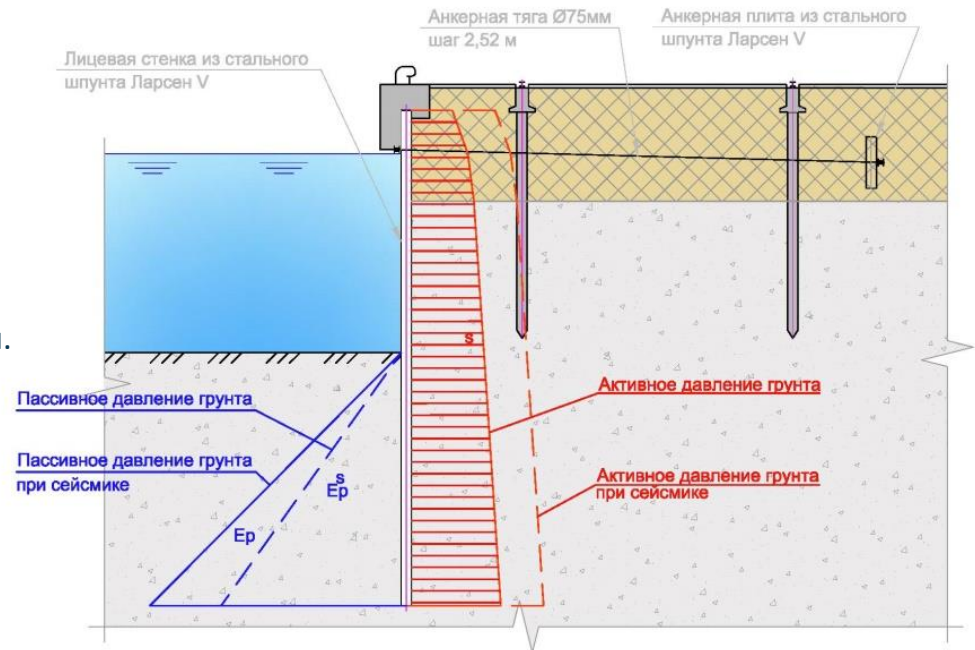
### Особенности расчета причального сооружения типа «больверк» на сейсмическое воздействие

При выполнении расчета на сейсмическое воздействие используется метод пересчета бокового давления на лицевую стенку в соответствии с РД 31.3.06-2000.

#### Суть метода:

- Пересчет коэффициентов активного и пассивного давления грунта на лицевую стенку с учетом сейсмического воздействия.
- Определение новых внутренних усилий в элементах конструкции.

При особом сочетании нагрузок (сейсмика) наблюдается увеличение активного давления грунта и уменьшение пассивного. Это приводит к возрастанию внутренних усилий в элементах конструкции.



Построение эпюр активного и пассивного давлений грунта при основном и особом сочетании

## Реконструкция причальных сооружений типа «больверк»

### Ретроспективный анализ механизма разрушения причальных сооружений типа «больверк» при сейсмическом воздействии

В разные периоды времени проводились обследования и анализ конструкций типа «больверк», подвергшихся серьезным сейсмическим воздействиям. В результате были выявлены конструктивные особенности, недочеты и ошибки, которые привели к значительным разрушениям причальных гидротехнических сооружений.

Рассмотрим примеры разрушений при конкретных землетрясениях:

#### **Тохоку, Япония (2011 г.)**

Великое восточно-японское землетрясение магнитудой 9,0 баллов нанесло тяжелый урон причальным ГТС.

Наиболее характерные повреждения:

1. Обрывы анкерных тяг.
2. Сверхнормативные перемещения лицевых стенок.
3. Провалы в покрытии и последующее полное разрушение конструкций.



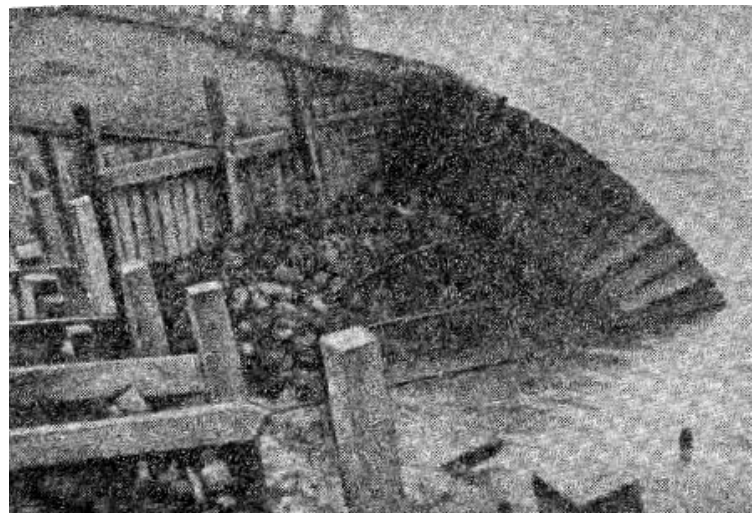
Последствия подземных толчков и цунами в Тохоку, Япония, 2011 г.

## Реконструкция причальных сооружений типа «больверк»

### Пуэрто-Монт, Чили (1960 г.)

Великое Чилийское землетрясение магнитудой 9,3–9,5 баллов привело к разрушению анкерных креплений больверков:

1. Разрывы в местах нарезной части тяг (соединения с муфтами).
2. Разрушения в местах крепления анкеров к шпунтовым стенкам.



### Петропавловск-Камчатский, Россия (1959 г.)

Землетрясение магнитудой около 8 баллов вызвало повреждения причальных конструкций. Наиболее сильные повреждения они получили при недостаточной прочности анкерных тяг.

## Реконструкция причальных сооружений типа «больверк»

---

На основании анализа теории расчета и разрушений причальных сооружений при сейсмических воздействиях, можно сделать следующие выводы:

### Основные проблемы:

1. Обрывы анкерных тяг свидетельствуют о значительном увеличении горизонтальной нагрузки при сейсмических воздействиях.
2. Анкерные тяги являются ключевым элементом, воспринимающим горизонтальную составляющую сейсмической нагрузки, и требуют усиления в первую очередь.

### Нормативная база:

1. В настоящее время отсутствуют нормативные документы, регламентирующие сейсмоусиление существующих сооружений с использованием современных методов.
2. Для повышения сейсмостойкости приходится руководствоваться требованиями для строительства новых сооружений и рекомендациями РД 31.31.38-86, разработанными для полной реконструкции причальных сооружений.

## Реконструкция причальных сооружений типа «больверк»

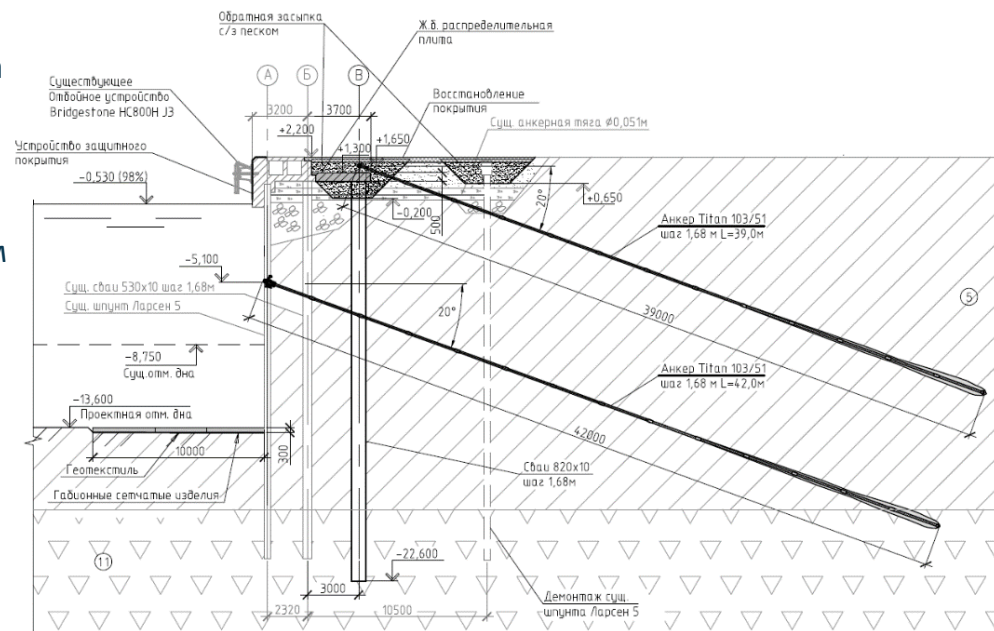
### Опыт реконструкции причальных сооружений с использованием инъекционных (грунтовых) анкеров

Морстройтехнология выполнила проект реконструкции причалов №№28а, 28, 29, 30 в порту Новороссийск. Проект получил положительное заключение ФАУ «Главгосэкспертиза России» в 2014 году, а в 2015 году начались работы по реконструкции причалов №№28а, 28.

Авторский надзор и техническое сопровождение строительства выполнялись специалистами ООО «Морстройтехнология».

Проектом предусмотрено увеличение отметки дна почти на 5 м за счет установки двух уровней грунтовых анкеров:

- Надводный ряд.
- Подводный ряд на глубинах 3 м (причал №28а) и 4,5 м (причал №28).



Конструктивный разрез причала №28

## Реконструкция причальных сооружений типа «больверк»

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

Для испытаний анкеров в подводной зоне специалистами ООО «Морстройтехнология» была разработана уникальная конструкция рамы, закрепленная к рельсу прикордонной зоны причала.

На раму установили: блочный механизм с домкратом и тросиковый датчик, соединенный с регистрирующей аппаратурой на поверхности.

Испытания проводились проходным домкратом грузоподъемностью 300 тонн. Нагрузка увеличивалась ступенями до 252,2 тс, с фиксацией перемещений через заданные интервалы.

В результате анкера были закреплены на конструкции при блокировочной нагрузке 1,6 тс для всех анкеров.



Испытание анкера с использованием проходного домкрата

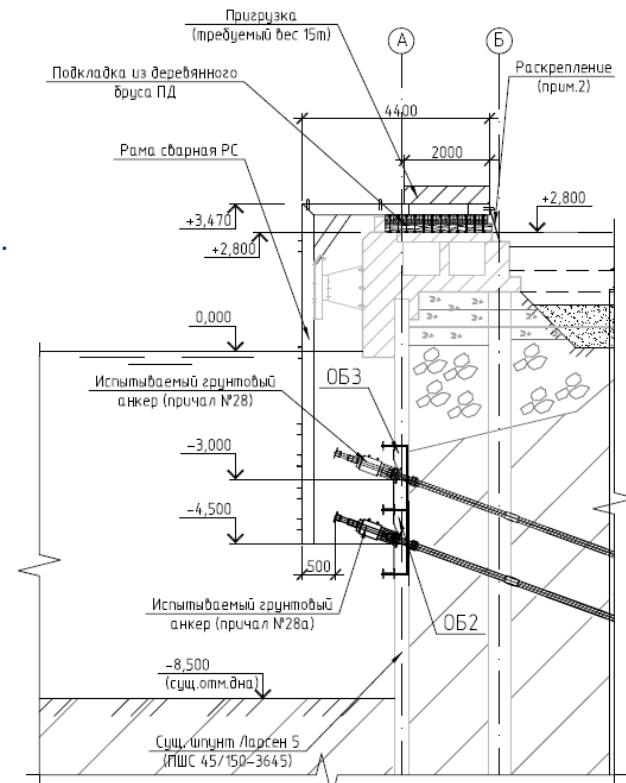
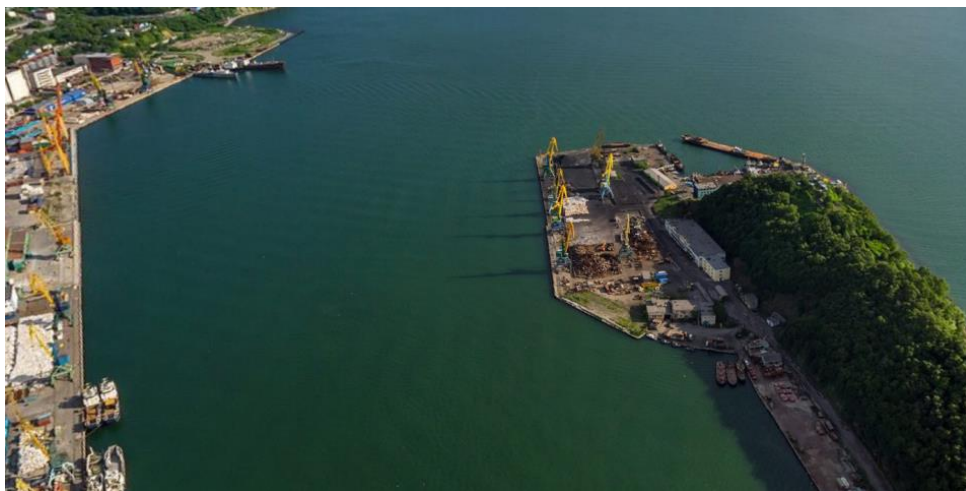


Схема прикрепления сварной рамы к причальному сооружению

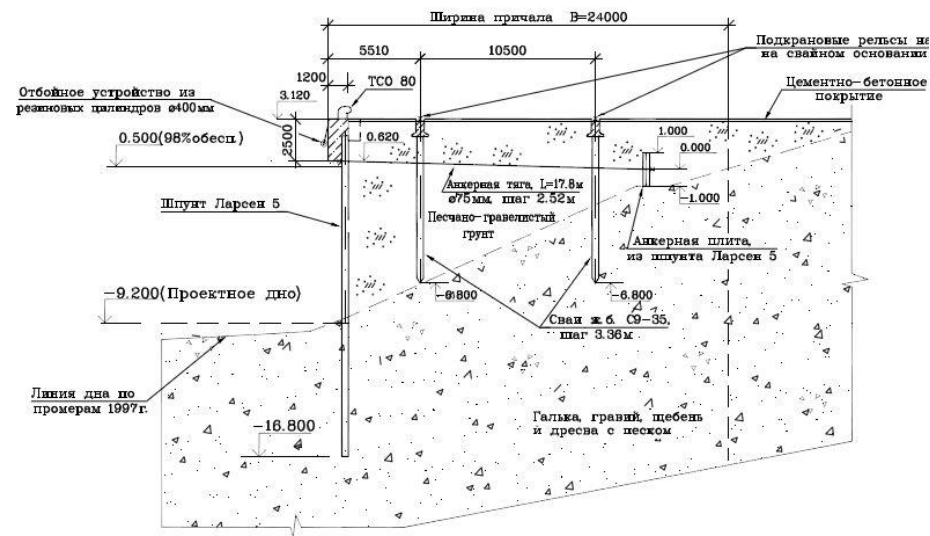
## Реконструкция причальных сооружений типа «больверк»

Морстройтехнология выполнила проект реконструкции причалов №№1-3 в порту Петропавловск-Камчатский, которые были построены в 1955-1957 годах. Конструкция выполнена из шпунта Ларсен 5, заанкеренного тягами диаметром 75 мм.

При расчете на сейсмическое воздействие активное давление грунта увеличивается, а пассивное уменьшается, что приводит к росту внутренних усилий в элементах конструкции. Это означает, что сооружение, безопасное в обычном режиме, может не выдержать сейсмических нагрузок по современным нормам.



Мыс Сигнальный и причалы №№ 1-3  
 в морском порту Петропавловск-Камчатский



Конструктивный разрез причалов №№ 1-3

# Реконструкция причальных сооружений гравитационного типа

## Сооружения из массивовой кладки

Рассматриваемый тип конструкции – гравитационное сооружение, выполненное из массивовой кладки.

В качестве примера взят причал базы боновых заграждений нефтерайона «Шесхарис» в морском порту Новороссийск.

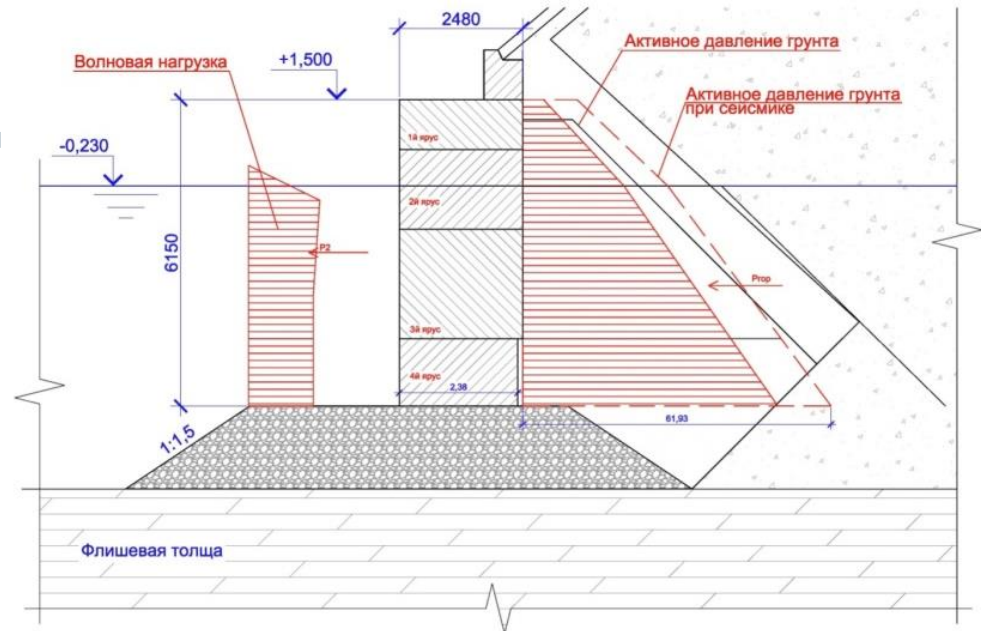
### Характеристики сооружения:

- Год постройки – 1966, последняя реконструкция – 1978.
- Конструкция: правильная кладка бетонных блоков с монолитной железобетонной надстройкой.
- Паспортная сейсмостойкость – 7 баллов.

При анализе усилий, действующих на сооружение при основном и особом сочетании нагрузок (сейсмика), выявлено:

- Увеличение активного давления грунта и дополнительной волновой нагрузки за счет сейсмических коэффициентов.
- Недостаточная устойчивость сооружения на плоский сдвиг при горизонтальной сейсмической нагрузке.

**Требуется проведение мероприятий по повышению сейсмостойкости сооружения.**



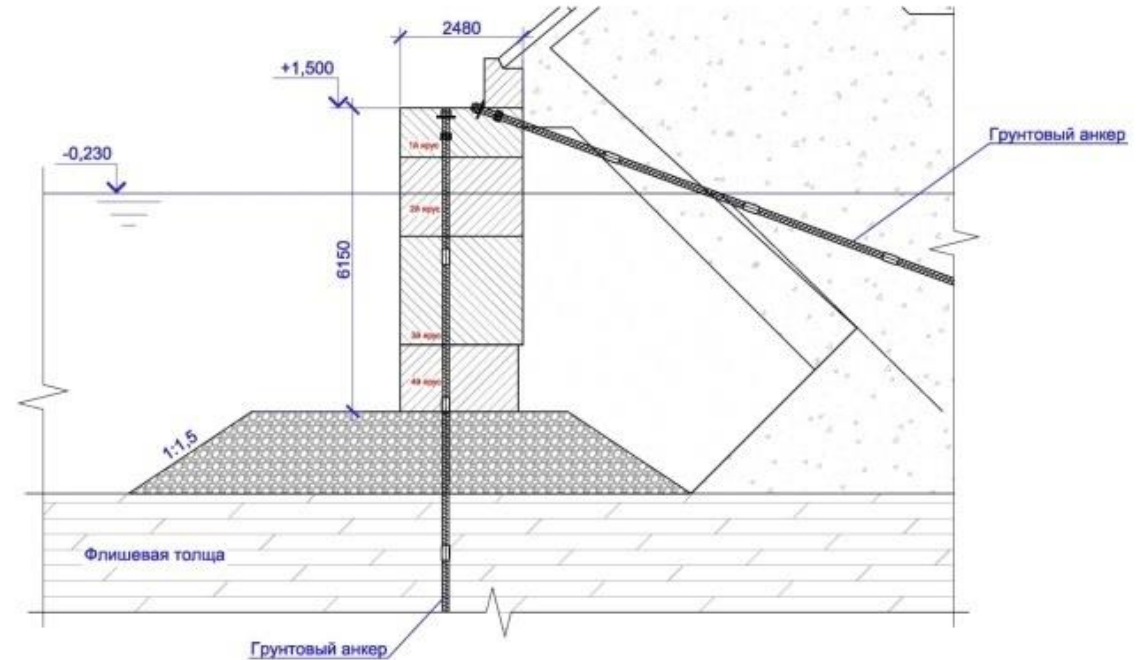
Причал базы боновых заграждений нефтерайона Шесхарис МТП Новороссийск. Конструктивный разрез

## Реконструкция причальных сооружений гравитационного типа

Компания «Морстройтехнология» выбрала схему усиления с использованием грунтовых анкеров.

### Особенности схемы:

- Часть анкеров – вертикальные, устанавливаемые через отверстия, пробуренные алмазным буром. Они объединяют отдельные ярусы конструкции.
- Другая часть – наклонные анкера (близкие к горизонтали), предназначенные для восприятия горизонтальной сейсмической нагрузки.



Проведенные мероприятия позволили повысить сейсмостойкость сооружения до проектных **9 баллов**.

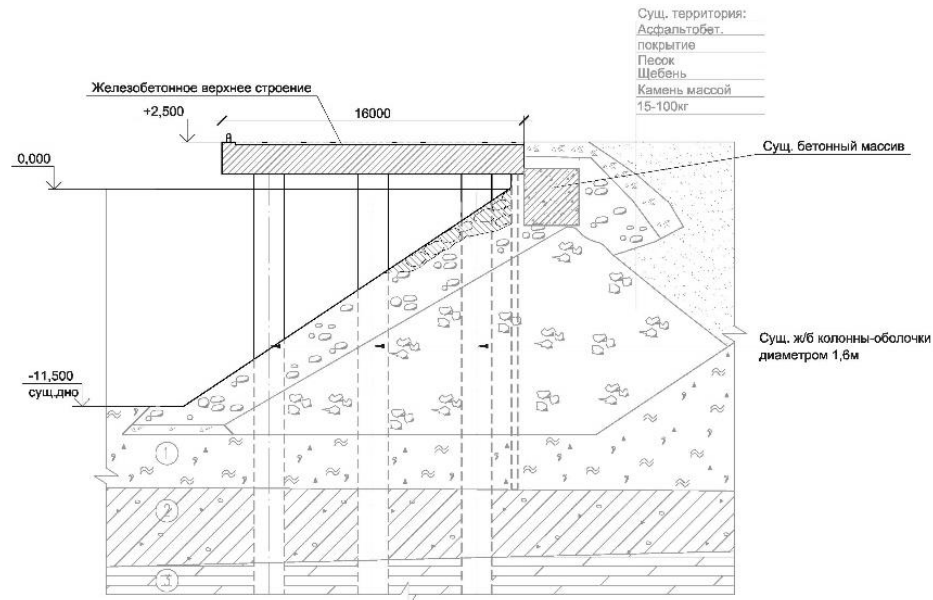
Усиление сооружения из массивной кладки грунтовыми анкерами

## Реконструкция причальных сооружений эстакадного типа

Эстакадные причалы – еще один распространенный тип конструкций.

Примером служит причал №16 в порту Новороссийск, построенный в 1962 году. Причал выполнен в виде высокого свайного ростверка с подпричальным откосом. Свайное основание представлено преднапряженными железобетонными сваями диаметром 1,6 м, объединенными верхним строением. Подпричальный откос представляет собой послойную укладку сортированным камнем.

Сейсмичность района повысилась с 7 до 9 баллов, что потребовало сейсмоусиления.



### Расчет и анализ сейсмостойкости причальной конструкции

Конструкция причального сооружения была рассчитана в программном комплексе SCAD Office методом конечных элементов. В процессе расчета выполнялись следующие этапы:

- Преобразование статических нагрузок в массы.
- Учет присоединенной массы воды в сваях.

Результаты расчета на сейсмическое воздействие 9 баллов:

- Выявлены сверхнормативные перемещения конструкции.
- Обнаружены изгибающие моменты в сваях, превышающие допустимые значения.

На основании этих результатов было принято решение о необходимости сейсмоусиления конструкции.

## Реконструкция причальных сооружений эстакадного типа

### Результаты поверочных расчетов:

После выполнения сейсмоусиления конструкция стала устойчивой к сейсмическому воздействию интенсивностью 9 баллов.

### Вывод:

Использование грунтовых анкеров является эффективным и экономически целесообразным решением для повышения сейсмостойкости причальных сооружений.

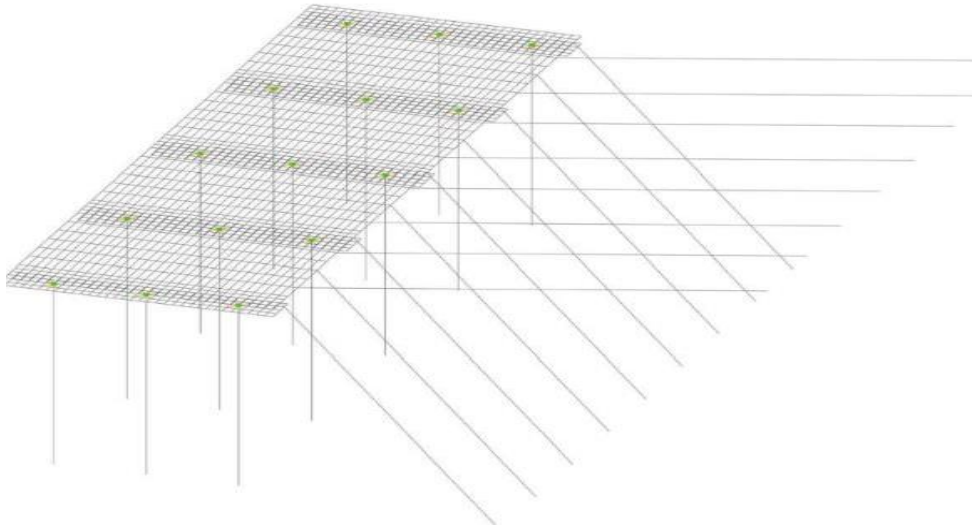


Схема установки грунтовых анкеров

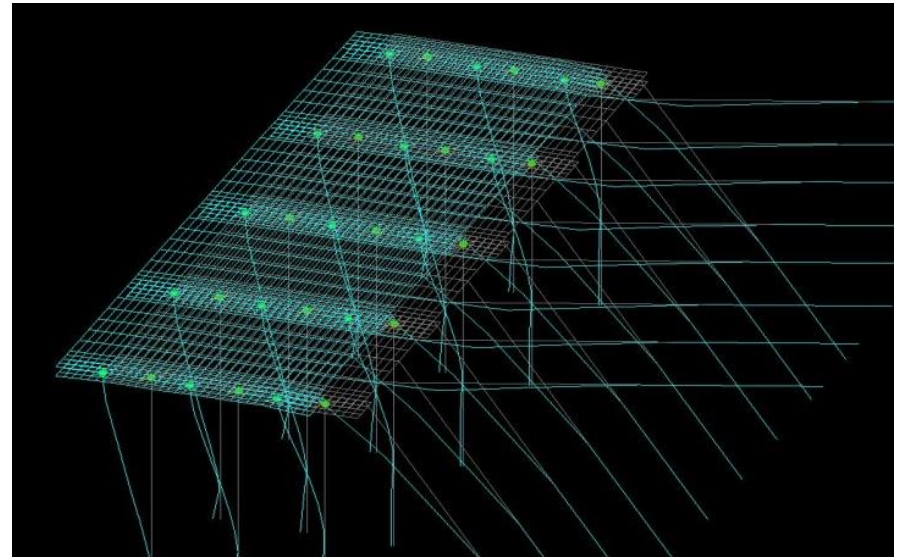


Схема деформаций причального сооружения

# Реконструкция причальных сооружений методом закрепления грунтов



## Факторы выбора способа реконструкции

Выбор способа реконструкции причальных сооружений зависит от конструктивной схемы и внешних условий, включающих:

- Инженерно-геологические условия (характеристики грунта, уровень грунтовых вод и др.).
- Возможность или необходимость переноса линии кордона в сторону акватории.
- Возможность вывода сооружения из эксплуатации на время проведения работ.
- Необходимость увеличения глубины у причала.
- Повышение категории эксплуатационных нагрузок и установка нового тяжелого технологического оборудования.
- Изменение сейсмичности района в связи с обновлением нормативной базы.

## Типовые способы реконструкции причалов типа «больверк»

Согласно инструкции по усилению и реконструкции причальных сооружений, к типовым способам реконструкции относятся:

- Выполнение оторочки перед существующим причальным сооружением.
- Возведение дополнительных экранирующих элементов.
- Возведение дополнительных разгружающих элементов.
- Закрепление грунта.

Способ закрепления грунта пока не получил широкого распространения в отечественной практике из-за недостаточной развитости нормативной базы и отсутствия возможности точного прогнозирования результатов и степени их влияния на конечный результат (фактические свойства грунта определяются только после пробного закрепления).

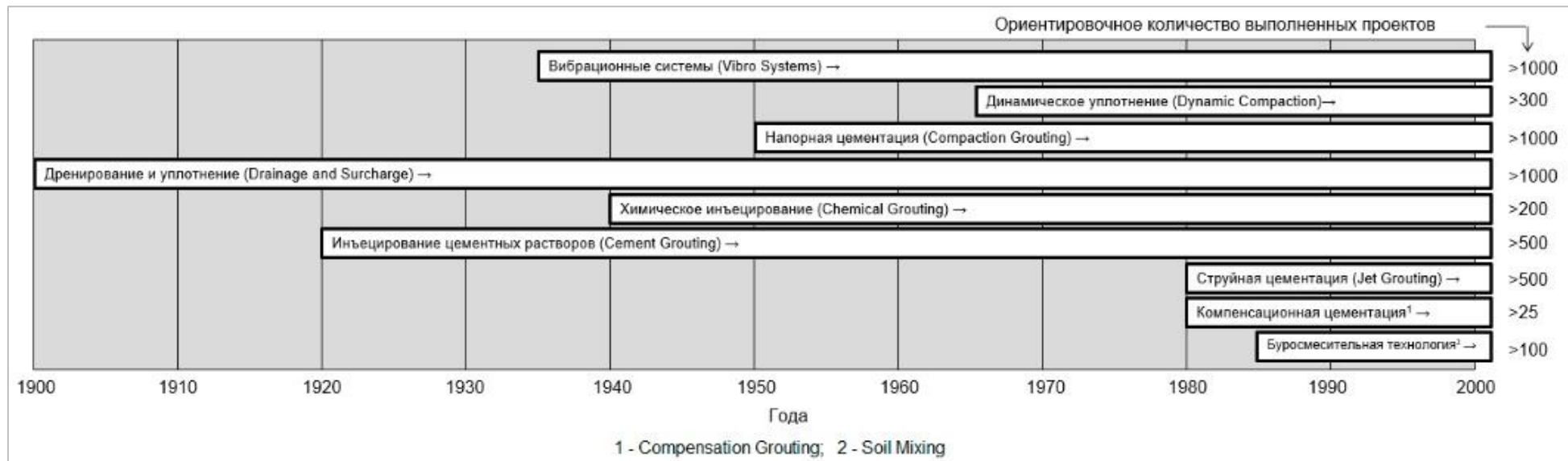
## Условия, при которых закрепление грунта является рациональным

- Невозможность перемещения линии кордона в сторону акватории (стесненность операционной акватории).
- Отсутствие возможности погружения экранирующих элементов.
- Необходимость значительного понижения отметки дна перед сооружением.

## Преимущества закрепления грунта

- Работы проводятся без вывода сооружения из эксплуатации.
- Отсутствует стеснение операционной акватории.
- Нет необходимости в перекладке крановых и ж/д путей, инженерных сетей и другого причального оборудования.
- Совмещение инженерных изысканий с производством строительных работ (пробы грунта берутся в процессе закрепления).
- Отсутствие необходимости погружения несущих конструктивных элементов в «тело» причала.
- Разгрузка основных несущих элементов (лицевая стенка, анкерные элементы) за счет изменения напряженно-деформированного состояния.

## Современные технологии закрепления грунта



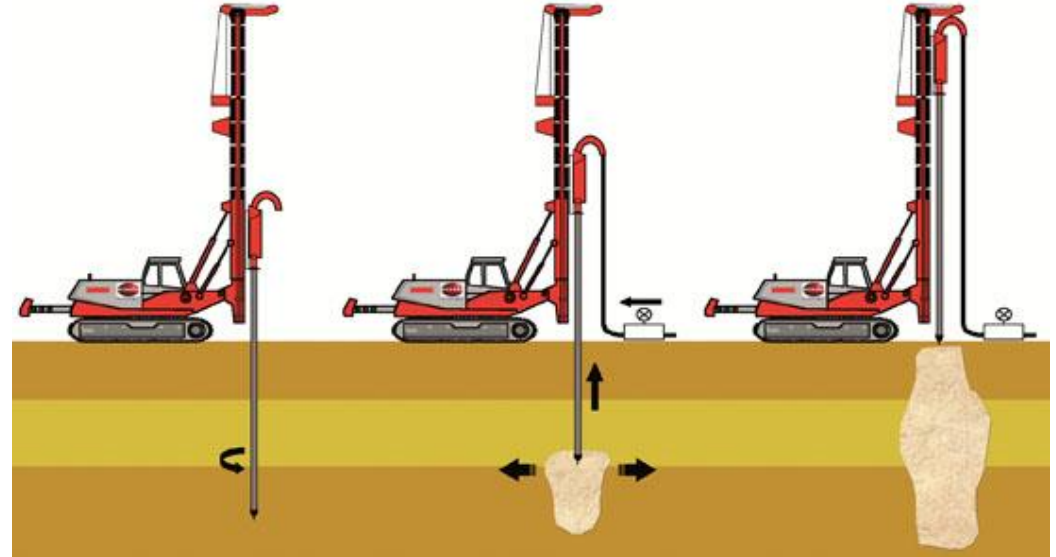
Данные статистики применения различных технологий закрепления грунта

## Напорная инъекторная цементация

Напорная цементация основана на инъекционном уплотнении грунта под высоким давлением (~10 МПа).

В результате:

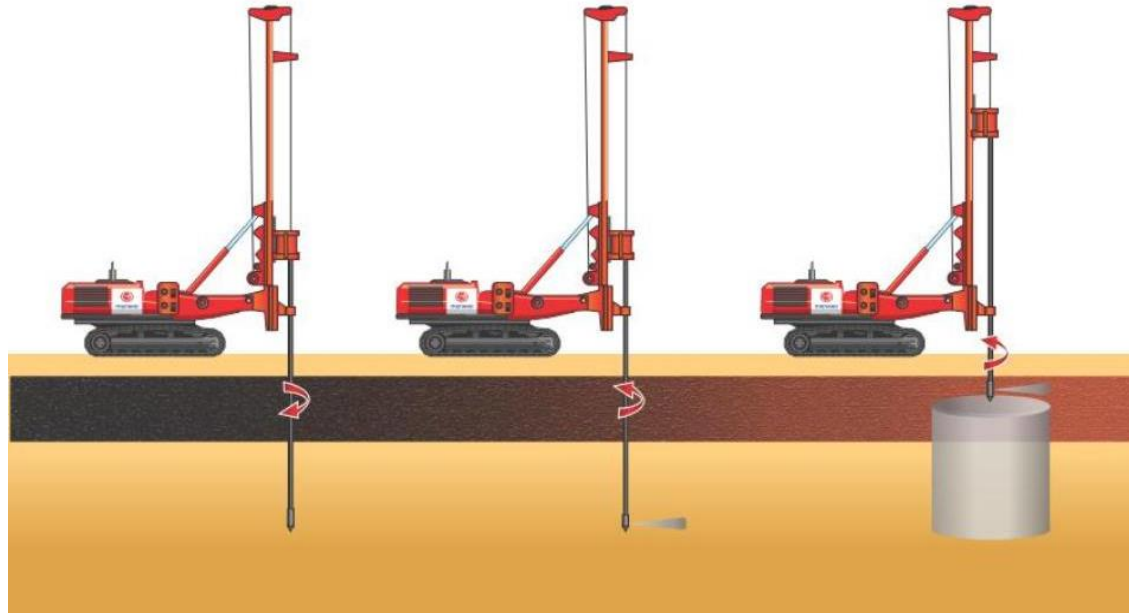
- Повышается плотность грунтового массива.
- Улучшаются механические свойства слабых грунтов за счет:
  - Уплотнения грунта.
  - Образования жестких включений из застывшего цементного раствора.



В результате грунтовый массив превращается в природно-техногенный композит с высокими прочностными и деформационными характеристиками. Одновременно обеспечивается армирование грунтового массива стальными неизвлекаемыми инъекторами, заполненными цементным раствором.

## Струйная цементация

При данной технологии бурится скважина, в которую под высоким напором (40-100 МПа) через сопла (насадки малого диаметра) подается цементирующий раствор. Это способствует перемешиванию грунта и цементного раствора, что позволяет получить грунтоцементную колонну.



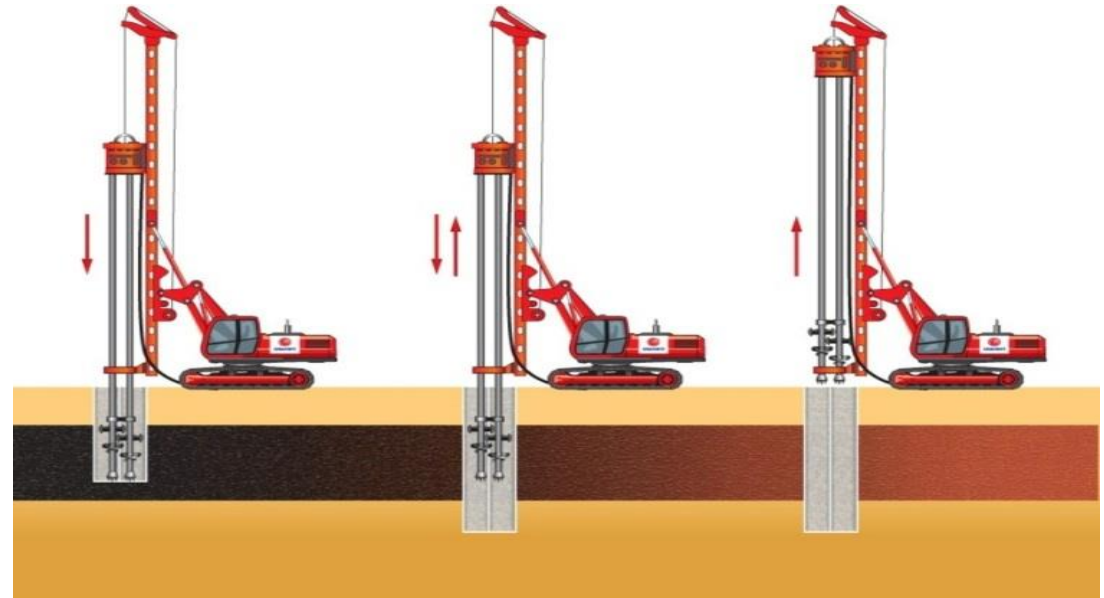
## Буросмесительная технология

Наиболее часто используется метод влажного смешивания грунта, как наиболее универсальный и подходящий для всех типов грунта.

Буросмесительная технология заключается в выполнении грунтоцементных колонн с помощью специального буросмесительного агрегата, состоящего из полой штанги и специального рабочего органа.

В процессе бурения происходит размельчение и перемешивание грунта с водоцементным раствором или другими химическими реагентами (известь, зола, шлак, бентонит и др.), подаваемыми по полой штанге.

Основной целью данного процесса является равномерное рассеивание связующих элементов в грунте с целью быстрого и продуктивного получения химической реакции гидратации.



# Реконструкция причалов типа «больверк» путем изменения характера работы сооружения с распорного на гравитационное

## Преимущества метода закрепления грунта

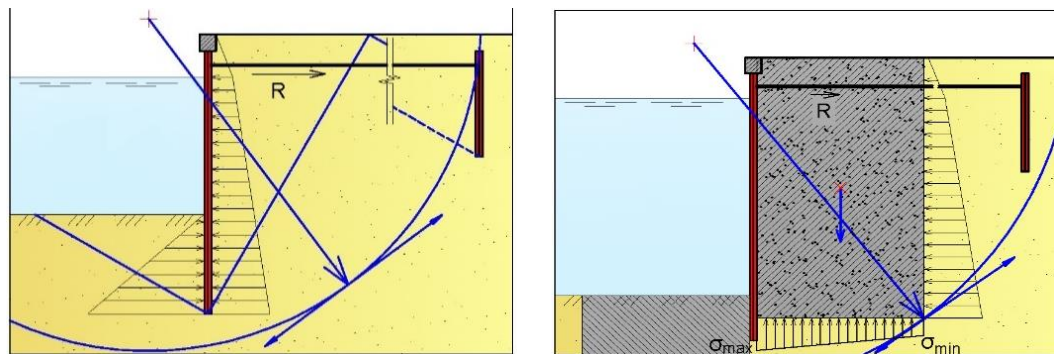
Реконструкция причалов типа «больверк» методом закрепления грунта заключается в повышении физико-механических свойств грунта засыпки пазухи причала. Это достигается за счет применения вяжущих материалов, которые устанавливают более прочные связи между частицами грунта.

В результате, при повышении таких параметров, как угол внутреннего трения и сцепление грунта засыпки, происходит уменьшение интенсивности горизонтальной составляющей активного давления.

В этом случае изменяется расчетная схема сооружения. Расчет общей устойчивости реконструированного сооружения выполняется как для **гравитационного сооружения**. При этом, вопрос прочности элементов анкерной опоры и лицевой стенки становится вторичным, так как повышенные характеристики грунта гарантируют минимальную передачу усилий или полное их отсутствие на данные несущие элементы.

Расчетные параметры	Значения расчетных параметров		
	До закрепления	При незначит. повышении характеристик	После закрепления
Интенсивность равномерно-распределенной нагрузки ( $q$ ), т/м <sup>2</sup>	2	2	2
Удельный вес грунта ( $\gamma$ ), т/м <sup>3</sup>	1,8	2,2	2,2
Угол внутреннего трения грунта ( $\varphi$ ), град.	30	40	40
Удельное сцепление грунта ( $C$ ), кгс/см <sup>2</sup> (кПа)	0,00 (0)	0,1 (10)	0,2 (20)
Свободная высота стенки ( $h$ ), м	13	13	13
Результирующее активное давление грунта ( $\Sigma P_a$ ), т/м п.	120	48	24,5

Влияние закрепления грунта на характер работы конструкции



Расчетные схемы: а – до реконструкции, б – после реконструкции

## Опыт реконструкции причальных сооружений методом закрепления грунта

Специалисты ООО «Морстройтехнология» провели комплексные исследования по реконструкции причальных сооружений типа больверк и провели комплекс теоретических, лабораторных и натурных исследований. Эти работы стали основанием для принятия решения о реконструкции причалов ООО «МГС-Терминал» в порту Санкт-Петербург.

Причалы ЖБ-1, ЖБ-2, ЖБ-3, построенные в 1959 году, представляют собой заанкерванный больверк с лицевой стенкой из стального шпунта.

### Нагрузки до реконструкции:

- Равномерно-распределенная: 10–20 кПа.
- Крановая: г/п 16 т, усилие на каток 250 кН.

### Задачи реконструкции:

- Продление срока службы причалов.
- Увеличение глубины дна до -9,0 м Б.С.
- Увеличение эксплуатационных нагрузок:
  - Равномерно-распределенная: 10–60 кПа.
  - Крановая: г/п 32 т, усилие на каток 308,7 кН.

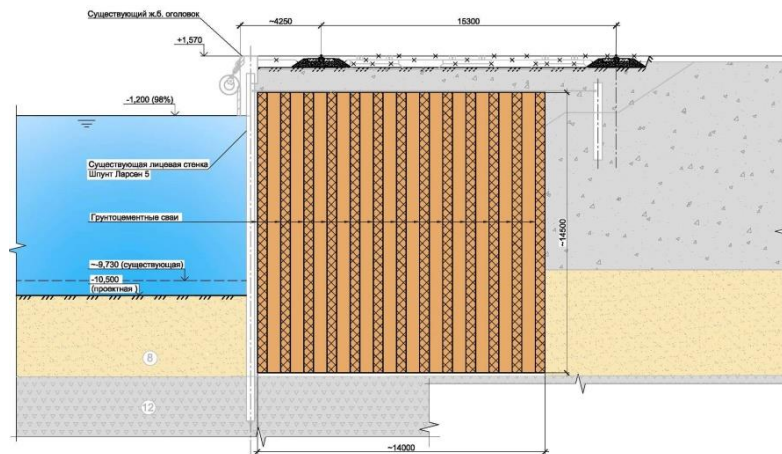


# Теория и практика реконструкции причальных сооружений типа больверк посредством изменения характеристик (закрепления) грунтов обратной засыпки

Лабораторные и полевые исследования для проекта реконструкции причалов ООО «МГС-Терминал»



Опытная площадка на территории причала



## Этапы строительства по варианту Б.3

### Этап 1:

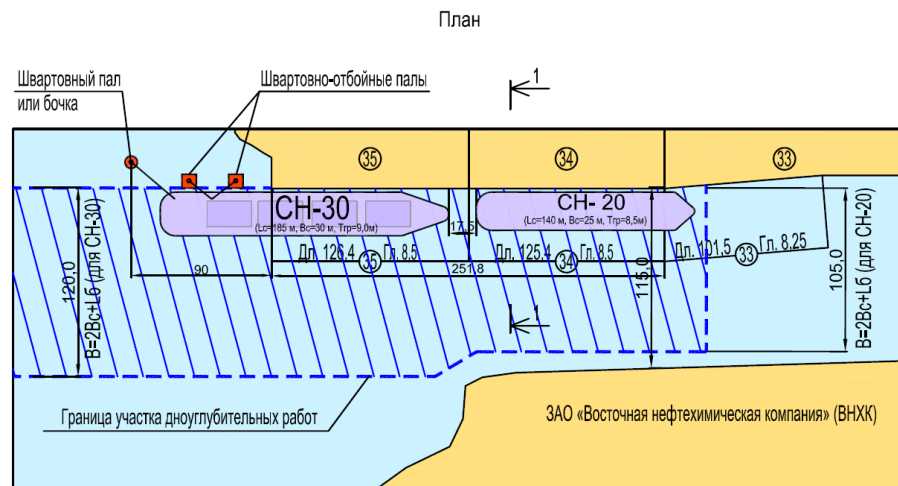
1. ДНУР на акватории причалов и на подходном канале до отметки «минус» 10,5 БС.
2. Строительство швартовых палов.
3. Замена отбойных устройств.

### Этап 2:

1. ДНУР на акватории причалов и на подходном канале до отметки «минус» 12,5 БС.
2. Изменение свойств грунтов обратной засыпки причалов №34, 35.

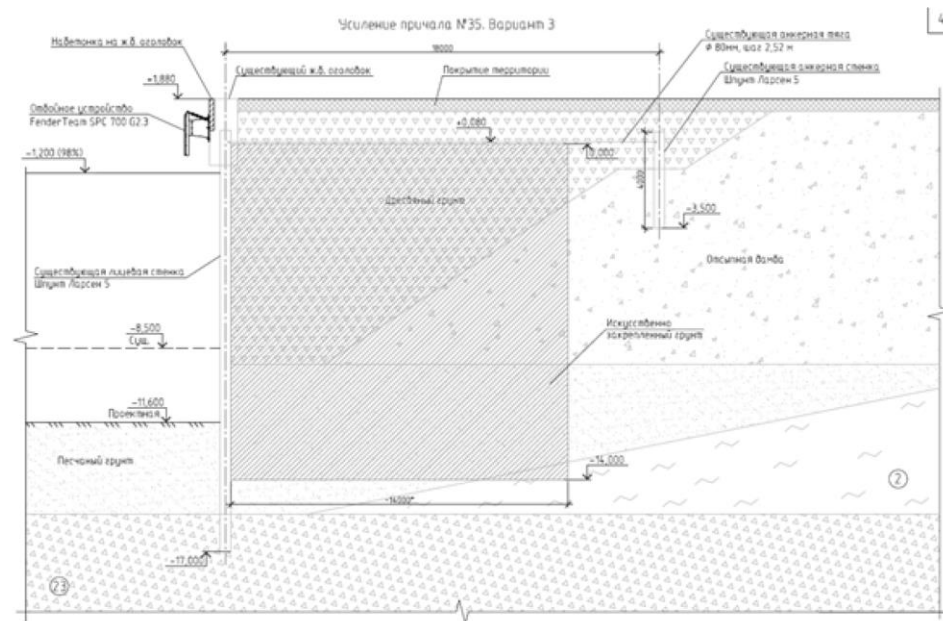
## Технико-экономические показатели по вариантам реконструкции

п/п	Вариант А	Вариант Б 1.1	Вариант Б 1.2	Вариант Б 2	Вариант Б 3
1. Описание	Замена швартовых и отбойных устройств Строительство швартовых палов.	Оторочка из металлического шпунта. Дополнительное дноуглубление. Строительство швартовых палов.	Подводная оторочка из металлического шпунта. Дополнительное дноуглубление. Строительство швартовых палов	Грунтовые анкера. Дополнительное дноуглубление. Замена швартовых и отбойных устройств Строительство швартовых палов.	Укрепление грунтов обратной засыпки причала. Дополнительное дноуглубление. Замена швартовых и отбойных устройств Строительство швартовых палов
2. Отметка ДНУР, в Б.С.В.	10,5	12,5	12,5	12,5	12,5
3. Срок службы причалов, лет	18	50	35	35	35
4. Ориентировочная стоимость общая, млн.руб.	133,4	917,8	746,6	620,5	510,3
5. Грузооборот, млн.т.	2,5	3,3	3,3	3,3	3,3



# Теория и практика реконструкции причальных сооружений типа больверк посредством изменения характеристик (закрепления) грунтов обратной засыпки

Морстройтехнология выступила генпроектировщиком по разработке проектной и рабочей документации на реконструкцию причалов №№34, 35 в порту Восточный. Реконструкция причалов проводилась методом обратной засыпки.





**Спасибо за внимание!**