

Ямал СПГ: Проект укрепления подпричального пространства в порту Сабетта



В статье представлена технология противозэрозийной защиты дна подпричального пространства габионно-сетчатыми конструкциями – матрацами Рено. Обосновано применение данной технологии в арктических условиях, обозначены ее преимущества в сравнении с традиционными технологиями укрепления дна.

Иван Кукло

Директор по маркетингу «Маккаферри СНГ»

Большинство гидротехнических сооружений возводятся на участках со сложными гидрогеологическими условиями и подвержены разрушающему воздействию воды. В акватории порта основания гидротехнических сооружений подвергаются размыву за счет воздействия волнового потока от движителей судов. Вихревое движение воды способствует ослаблению донного грунта и тем самым ускоряет размыв. Поэтому, чтобы обеспечить нормальный доступ судов к причалам и возможность их маневрирования, в портах должна предусматриваться противозэрозийная защита дна подходных каналов и подпричальных пространств. Эта задача усложняется в районах Арктики и Крайнего Севера, где необходимо учитывать сложные климатические условия.



Рис. 1. Строительство порта «Сабетта» на полуострове Ямал

В 2018-м году компания Маккаферри участвовала в проекте укрепления дна технологических причалов в морском порту «Сабетта», который расположен за полярным кругом на полуострове Ямал. Порт обеспечивает навигацию судов-газовозов по Северному морскому пути. Многотонные газовозы для перевалки сжиженного природного газа приходится затягивать в порт посредством буксиров, чтобы предотвратить взмучивание грунта, который может подняться со дна на 10 метров.

Реализация проекта осложнялась рядом существенных факторов. Во-первых, на побережье полностью отсутствует транспортная инфраструктура, строительство ведется с нуля. Все работы на «Сабетте» проходят в сложных геологических, климатических и гидрологических условиях севера. Грунты на дне подходного канала характеризуются как слабые, а период навигации, позволяющий проводить дноуглубительные работы и доставлять тяжеловесные грузы по воде, очень короткий – всего 70 суток.

Для укрепления подпричального пространства подрядчикам на стадии проектирования предстояло выбрать такую технологию, которая бы удовлетворяла условиям проекта. Наиболее оптимальным оказалось техническое решение с использованием габионно-сетчатых изделий (ГСИ) – Матрацев Рено®. Выбор в их пользу был сделан исходя из технико-экономического сравнения различных типов подводного укрепления в условиях слабых грунтов.

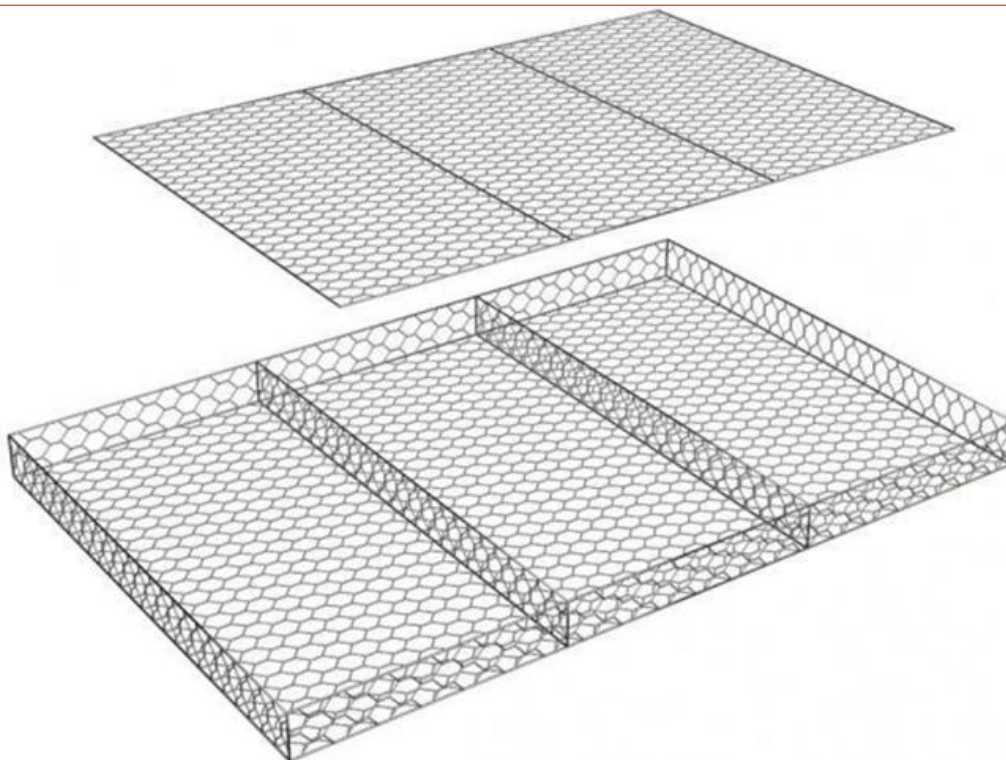


Рис. 2. Конструкция Матраца Рено®

Матрацы Рено® – это габионные сетчатые изделия, которые выполнены из сетки двойного кручения с шестиугольной ячейкой. Они представляют собой прямоугольные объемные конструкции с крышкой малой высоты и большой площадью поверхности. Свое название они получили в честь проекта устройства защитной дамбы в Казалеккьо-ди-Рено в Италии. Их первое применение датируется 1893 г., когда компания Маккаферри предложила инновационное на тот момент решение, чтобы устранить прорыв дамбы, регулирующей водоснабжение многих предприятий в Болонье.

Являясь гибкими и проницаемыми конструкциями, Матрацы Рено® компенсируют осадение грунта без потери армирующей способности. Они хорошо приспособиваются к относительной осадке за счет эффективного перераспределения напряжений внутри конструкции. Поэтому для слабых грунтов в порту Сабетта Матрацы Рено® оказались более эффективными, чем иные решения, такие как железобетон или каменная наброска. Кроме того, привезти уже предварительно заполненные камнями матрацы Рено оказалось дешевле.

В условиях Крайнего Севера, проект укрепления дна технологических причалов в порту «Сабетта» был осуществлен нестандартно – в несколько этапов. Для его реализации были задействованы силы трех организаций – АО «Ленморниипроект», ООО «МРТС Морские порты», ООО «Фертоинг», которым предстояло:

- разработать технологию укладки матрацев Рено;
- рассчитать и протестировать эффективность конструкций до установки;
- организовать доставку в условиях отсутствия инфраструктуры;
- осуществить укладку на глубину до 15 м.

Рис. 3. Испытание по сборке Матрацев Рено® – процедура взвешивания

В мае 2017 года на базе одного из подрядчиков – компании ООО «Фертоинг», были проведены испытания по сборке матрасов, установке в них закладных деталей для сцепления с траверсой, подъему и перемещению конструкций. Сборка габионов матрасного типа не является трудоемким процессом. Их сборка в рамках проекта для порта Сабетта не потребовала привлечения тяжелой техники, использовалось только легкое строительное оборудование. Малая трудоемкость процесса сборки позволила снизить затраты и сократить сроки исполнения.

В данном проекте испытания Матрасов Рено® помогли определить нужный тип закладных и траверсу для перемещения конструкций перед их финальной укладкой. Закладные детали представляют собой элементы для строповки к ним монтажных крючьев из согнутой специальным образом арматуры. Обычно установка закладных не требует индивидуального проектного решения, а происходит по инструкции. Однако для данного проекта был разработан индивидуальный чертеж таких деталей, которые предусматривали зацепление и погружение четырех заполненных и увязанных между собой Матрасов Рено общей площадью 63 м². Также были получены рекомендации по штабелированию, сепарации и транспортировке габионных конструкций.

В результате испытаний по штабелированию и сепарации была разработана технология размещения матрасов на судне для их безопасной транспортировки на Ямал. Поскольку перевозка продукции по морю сопровождается качкой, равно как и смещением центра тяжести находящихся на судне конструкций, было решено укладывать не более шести матрасов друг на друга. Это обеспечило устойчивость положения матрасов и безопасность перевозки.



Рис. 4. Подготовка к транспортировке

Заполнение Матрацев Рено каменным материалом, финальный монтаж конструкций и последующая транспортировка на Ямал были осуществлены из Архангельска. В качестве каменного заполнителя была выбрана порода с высокой плотностью – диабаз, добытый в Архангельской области.

В связи с высокой степенью ответственности объектов морского порта Сабетта, повышенных требований безопасности к водолазным и погрузочным работам, специалистами компаний, участвовавших в проекте, была разработана технологическая карта проекта. Она учитывала:

- вес конструкции, так как сборка каждого матраца производилась на весах.
- количество подъемов конструкции на траверсе для определения прочности и правильности установки закладных деталей.

Завершающей и самой ответственной частью процесса стало финальное перемещение матрацев Рено на Ямал с последующей укладкой на дно у технологических причалов.

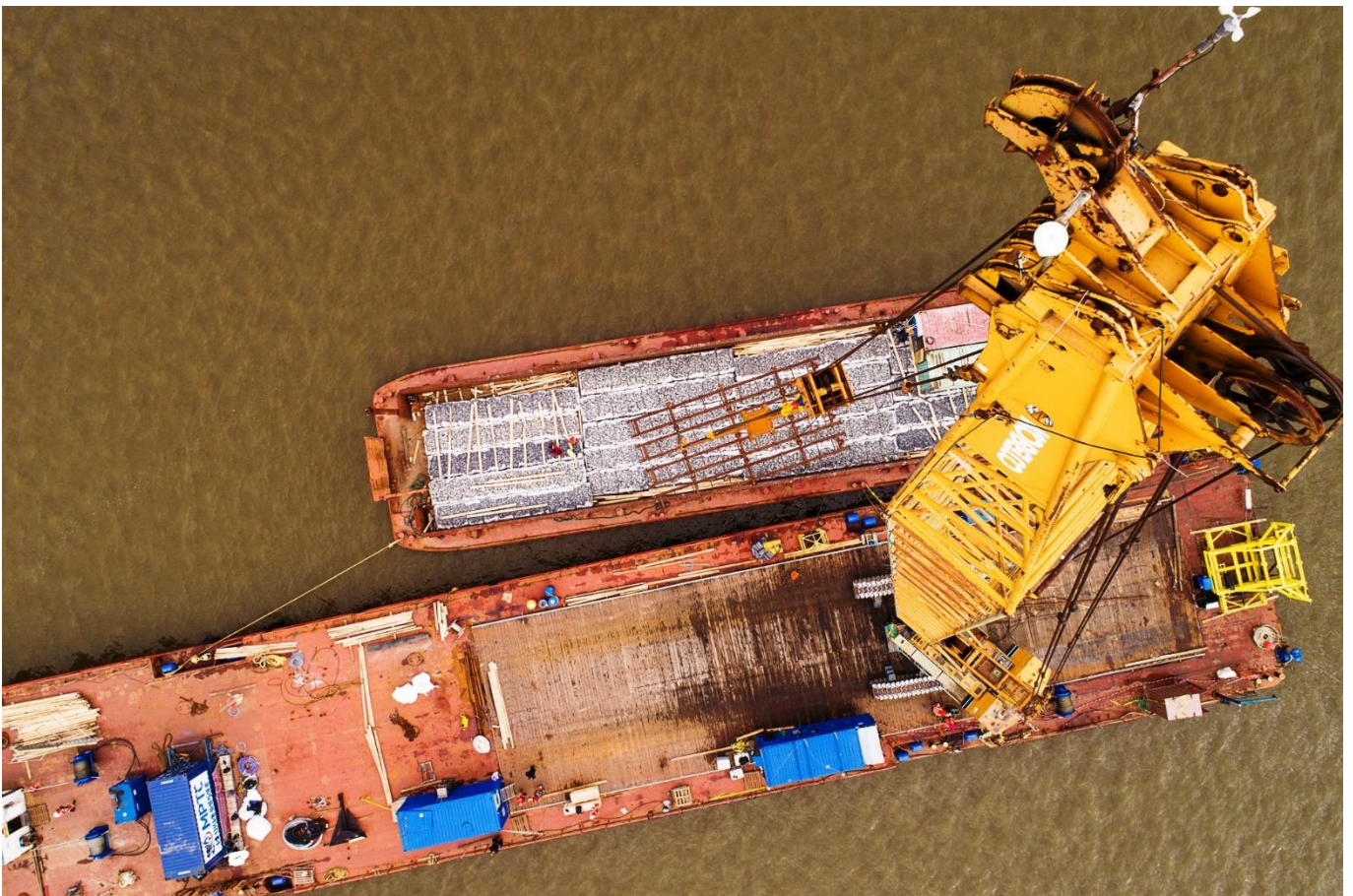


Рис. 5. Погрузка и перемещение матрацев к месту установки

Чтобы предотвратить коррозию сетки от морской воды, матрацы Рено изготавливают из высококачественной оцинкованной стальной проволоки с дополнительным полимерным покрытием. Такая конструкция позволяет противостоять воздействию соленой воды и обеспечивает срок службы конструкции до 70 лет. Если не обеспечить матрацы защитным покрытием, под воздействием коррозии проволока сетки в местах скруток изотрется и впоследствии порвется, что нарушит целостность конструкции и повлияет на защитные свойства сооружения.

По результатам испытаний, основанных на европейских методиках тестирования (EN 10245-2, EN 10223-3, ISO 868, ISO 527-2/1B/5, ISO 527-2/1B/5), поливинилхлорид, используемый компанией Маккаферри, оказался более стойким к механическим повреждениям по сравнению с традиционными, принятыми в России марками ПВХ. Его адгезионная способность оказалась выше аналогов.



Рис. 6. Установка матрацев Рено посредством GPS навигации

Глубина погружения Матрацев Рено составила 15 метров. Специалисты подрядных организаций решили уложить конструкции по заранее просчитанным координатам, увязанным с картой размещения матрацев. Для этих работ был задействован водолазно-погружной комплекс «Тетрис» с GPS навигацией, разработанный компанией ООО «Фертоинг» и траверса с автоматическим отцепом.

Именно эта система позволила устанавливать по четыре заполненных матраца общей площадью 63 м² за одно погружение.

Общая площадь укрепления дна технологических причалов составила 118 350 м². Работы по укреплению дна технологических причалов были выполнены за один год.

Матрацы Рено® обеспечивают защиту от эрозии в проектах укрепления грунта как под водой, так и на поверхности. Гибкость, проницаемость конструкций позволяют системе работать максимально эффективно в водной среде, ограничивая воздействие потока на основание и тем самым предотвращая размыв. Матрацы Рено экологичны и обладают минимальным воздействием на окружающую среду, так как их заполнение и установка не требует большого количества расходного материала и тяжелого оборудования.



Рис. 7. Укрепление матрацами Рено подпричального пространства в порту «Сабетта»

Специалисты Маккаферри готовы предоставить техническое сопровождение проектов в области гидротехнических работ – от простого технико-экономического обоснования или сравнения с альтернативными решениями, до надзора за проектированием и реализацией проекта. Для практической реализации проектов мы используем материалы, произведенные на собственных заводах – именно этим обусловлена экономическая эффективность и надежность технических решений.