

*В.И. Снисаренко, д.т.н., профессор  
Л.В. Гембарский, к.т.н.*

*Научно-исследовательский институт подземного  
и специального строительства «НИИПодземспецстрой», г. Киев*

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРИЧАЛЬНОГО СООРУЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АНКЕРОВ ТИПА «ТИТАН»**

*Изложен опыт реконструкции глубоководного причального сооружения с применением анкеров «Титан». Приведены технические характеристики и результаты контрольных и приемочных испытаний анкеров.*

**Ключевые слова:** реконструкция, причал, анкер «Титан».

*В.І. Снісаренко, д.т.н., професор  
Л.В. Гембарський, к.т.н.*

*Науково-дослідний інститут підземного і  
спеціального будівництва «НДІпідземспецбуд», м. Київ*

## **РЕКОНСТРУКЦІЯ ПРИЧАЛЬНОЇ СПОРУДИ З ВИКОРИСТАННЯМ АНКЕРІВ ТИПУ «ТИТАН»**

*Викладено досвід реконструкції глибоководної причальної споруди з застосуванням анкерів «Титан». Наведено технічні характеристики та результати контрольних та приймальних випробувань анкерів.*

**Ключові слова:** реконструкція, причал, анкер «Титан».

*V.I. Snisarenko, Ph.D.*

*L.V. GembarSKIY, Ph.D.*

*Underground and Special Construction Research Institute, Kyiv*

## **RECONSTRUCTION OF BERTHING CONSTRUCTIONS USING ANCHORS "TITAN"**

*It is shown the experience of deep-water berthing constructions reconstruction using anchors «Titan». The technical characteristics and the results of the control and acceptance testing of anchors are presented.*

**Keywords:** reconstruction, berth, anchor «Titan».

**Введение.** Современные глубоководные причальные сооружения возводятся чаще всего в виде больверка из стального шпунта с его анкерровкой в одном уровне. Реконструкция уже существующих причалов чаще всего сводится к тому, чтобы непосредственно перед старыми конструкциями возвести новую, более мощную и существенно более заглубленную шпунтовую стенку.

При осуществлении такого варианта реконструкции, в зависимости от местных условий, возникает ряд нестандартных технических вопросов. Наиболее важные среди них, как показал опыт реконструкции рассматриваемого причала, следующие.

**Выделение не решенных ранее частей общей проблемы.** Прикордонная и тыловая зона причала, где обычно устраивают анкерные

устройства больверков, густо насыщена действующими инженерными сетями и различными строениями. В рассматриваемом случае это здание морского вокзала, гостиничный комплекс, складские помещения капитального типа с инфраструктурой. Выводить при реконструкции из эксплуатации и переустраивать инфраструктуру причала, а тем более расположенные на нем здания и сооружения чаще всего нецелесообразно или даже практически невозможно.

Распорные нагрузки от грунта в пазухах сооружения весьма зависят от вида и технического состояния старых конструкций причала, которые при их надлежащем техническом состоянии могут существенно экранировать вновь возводимые конструкции, а в некоторых случаях также частично воспринимать анкерные усилия.

Поэтому цель работы состоит в демонстрации опыта реконструкции глубоководного причального сооружения с применением анкеров «Титан».

**Основной материал и результаты.** Рассматриваемый причал имеет длину 292 м и включает участки различных конструктивных типов. Наиболее характерные сечения реконструируемого причала приведены на рис. 1 – 3.

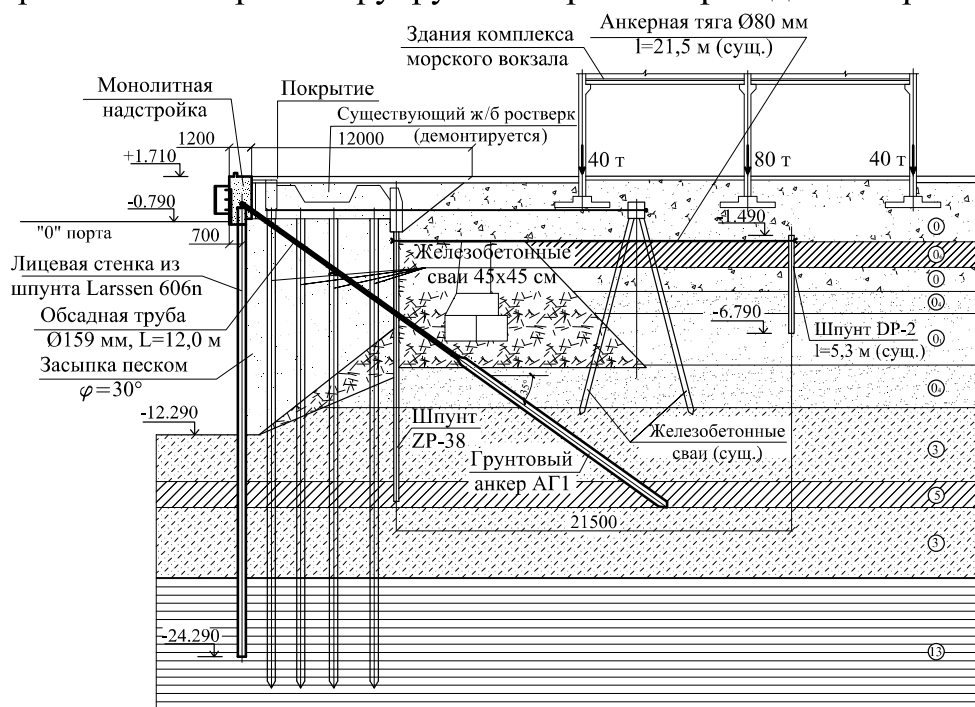


Рис. 1. Сечение реконструируемого причала эстакадной конструкции (сущ. - существующее)

Инженерно-геологические условия площадки характеризуются обилием напластований грунтов различного генезиса. От дневной поверхности залегают техногенные грунты мощностью от 8 до 12 м, которые отсыпаны при образовании территории. Они представлены в основном водонасыщенными песками средней плотности с прослойками суглинка текучепластичной консистенции. Ниже залегает толща аллювиально-морских отложений четвертичного периода. Последние

представлены супесями и суглинками пластичной и мягкопластичной консистенции мощностью 4 – 9 м. Далее залегают коренные грунты, представленные неогеновыми отложениями мезотического яруса (глины полутвердые с прослойками твердой и тугопластичной консистенции).

Несмотря на сложные инженерно-геологические условия площадки (наличие водонасыщенных грунтов текучепластичной и мягкопластичной консистенции), исполнителем работ (он же автор проекта) ООО «ГТ Проект-Украина» было принято техническое решение о применении грунтовых анкеров типа «Титан», и это решение в сжатые сроки успешно реализовано. Научно-техническое сопровождение реконструкции причала осуществил «НИИПодземспецстрой».

Реконструированный причал запроектирован в виде больверка из стального шпунта с анкерровкой его в одном уровне, в верхней части. Новый шпунт отстоит от железобетонных свай старой оторочки на 1,6 м (рис. 1) и от старого стального шпунта на 1,3 м (рис. 2). Длина новых стальных шпунтовых свай 24,5 м. Шпунт принят марки Larssen 606п из стали с расчетным пределом текучести 355 МПа. Ширина шпунтины вдоль оси шпунтовой стенки составляет 600 мм.

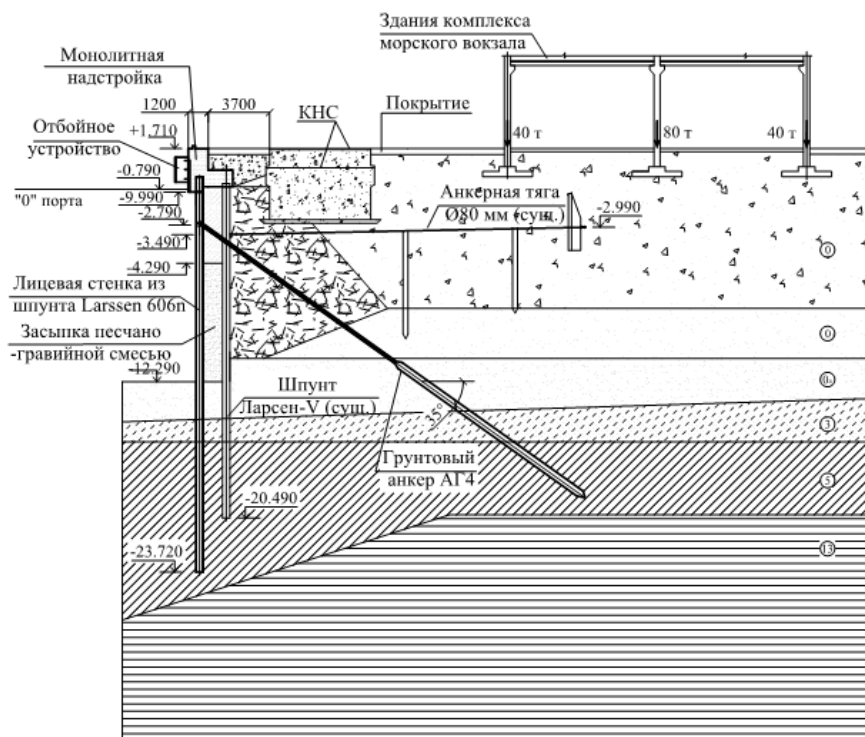


Рис. 2. Сечение реконструируемого причала типа «больверк»(сущ. - существующее)

Анкеровка нового шпунта осуществлялась грунтовыми анкерами «Титан». Приняты анкерные тяги типа «Титан» 73/53 (расчетная площадь поперечного сечения 16,31 см<sup>2</sup>) длиной от 27 до 36 м (в зависимости от расчетной нагрузки). Шаг анкеров вдоль кордона причала принят 1,2 м, общее количество анкеров – 240 штук. Наклоны анкеров к горизонту диктовались техногенной обстановкой и инженерно-геологическими

условиями. Наклон основной массы анкеров составил  $35^\circ$  и только на одном небольшом участке, где у кордона причала расположена подземная канализационная насосная станция, наклон был увеличен до  $40^\circ$ . Пропуск анкерных тяг сквозь существующие конструкции старых причалов осуществлен в стальных кожухах диаметром 159 мм и длиной 3 или 12 м, в зависимости от типа старой конструкции. Головы анкеров на участке причала, где расположена подземная канализационная насосная станция, установлены ниже уровня воды акватории (рис. 3).

Проектом определены следующие величины несущей способности анкеров и расчетных нагрузок на них:

- несущая способность тумбовых анкеров – 771 кН ;
- расчетная нагрузка на тумбовый анкер – 514 кН;
- несущая способность рядовых анкеров – 555 кН;
- расчетная нагрузка на рядовой анкер – 379 кН.

К основным особенностям проектирования и приемки анкеров типа «Титан» в соответствии с нормативными документами и принятой практикой можно отнести:

- полное предпочтение испытательным (а не расчетным!) методам определения предельной несущей способности анкеров по грунту;
- установление достаточного коэффициента надежности при определении допустимой нагрузки на анкер по грунту;
- соблюдение такой системы приемки и включения в работу анкеров, которая предполагает проведение контрольных испытаний некоторого их количества (около 10%) и, как правило, приемочных испытаний всех остальных анкеров.

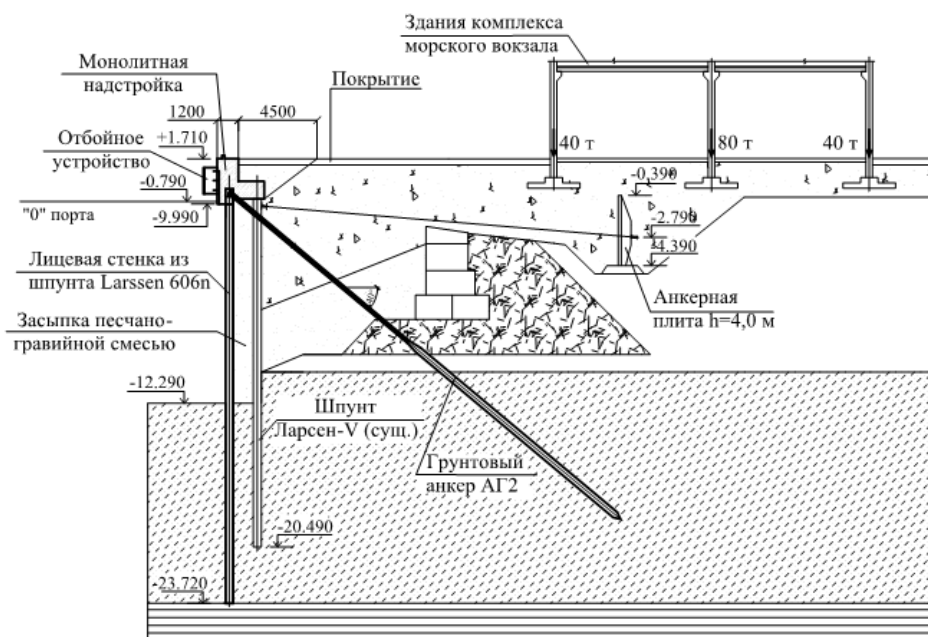


Рис. 3. Сечение реконструируемого причала типа «больверк» в месте расположения канализационно-насосной станции (подводное расположение голов анкеров)

Первые и все последующие испытания анкеров показали, что их несущая способность соответствуют требованиям проекта и нормативных документов. Детальный анализ результатов испытаний показал следующее:

- ползучесть анкеров измерялась при контрольных испытаниях в течение 15 минут и при приемочных испытаниях в течение 10 минут, при этом признаки ползучести не зафиксированы ни в одном из всех анкеров, подвергавшихся испытаниям;

- при испытаниях рядовых анкеров длиной 30 м получено среднее перемещение головы анкера, равное 32 мм, в том числе упругое перемещение за счет удлинения свободной части штанги 19 мм, остаточное перемещение по грунту 5,5 мм (то есть около 42% от полного перемещения по грунту);

- при испытаниях тумбовых анкеров длиной 36 м получено среднее перемещение головы анкера 37 мм, в том числе упругое перемещение за счет удлинения свободной части штанги 27 мм, остаточное перемещение по грунту 4,3 мм (то есть около 43% от полного перемещения по грунту);

- предельное удельное трение инъектируемой части анкеров установить не удалось, так как ни один анкер не был доведен до нагрузки, превышающей предельную несущую способность по грунту, однако расчеты показали, что предельное трение в конкретных грунтовых условиях фактически составляет не менее 60 кПа.

Таким образом, проведенные контрольные и приемочные испытания показали, что анкеры реконструируемого причала запроектированы с достаточным запасом по несущей способности и могут быть включены в работу конструкции.

Контрольные расчеты анкеров в составе конструкции причала методом конечных элементов показали достаточную для практики сопоставимость результатов. По материалам испытаний перемещения анкеров длиной 36 м при испытательной нагрузке составили 32 – 44 мм, а при расчетной 13 – 30 мм. По результатам расчетов конструкции причала методом конечных элементов максимальное перемещение анкера при расчетной нагрузке составило 46 мм.

Реконструкция причала длиной 292 м и глубиной у кордона 11,5 м была успешно осуществлена за четыре месяца во многом благодаря тому, что анкеровка шпунтовой стенки была выполнена при помощи анкеров «Титан». В указанные сроки были выполнены значительные объемы строительно-монтажных работ, в том числе: погружение 1150 т. шпунта, устройство анкеров «Титан» с размещением голов анкера над водой 6933 п.м, то же с размещением голов анкера под водой – 198 п.м, устройство железобетонного верхнего строения 1160 м<sup>3</sup>, засыпка пазух песком 4,5 тыс. м<sup>3</sup> и др.

Примечательно, что весь объем анкерных работ выполнен при помощи одного станка ударно-вращательного бурения, который обеспечивал изготовление двух анкеров в смену.

Важным результатом проведенных работ явился также тот факт, что, несмотря на расположение анкеров в значительной мере под существующими зданиями и сооружениями, каких-либо повреждений в последних зафиксировано не было.

**Выводы.** Таким образом, технология реконструкции причального сооружения в виде больверка с помощью анкеров типа «Титан» оказалась достаточно эффективной. Она позволила в сложных инженерно-геологических условиях быстро реконструировать крупный современный причал, не прибегая к раскапыванию его территории для ремонта, усиления или строительства анкеров традиционной конструкции (плитных, в виде козловых свай и т. п.) и тем самым избежать переустройства всей имеющейся на причале инфраструктуры. Также стало возможным выполнить большой объем работ в предельно сжатые сроки, с достаточно хорошо контролируемым качеством.

#### *Литература*

- 1. ВСН 3-80. Инструкция по проектированию морских причальных сооружений. – Минморфлот СССР. – 100 с.*
- 2. DIN 4125 Инъекционный анкер. Временный и постоянный анкер. Размеры, конструкция и испытания. – 22 с.*

*Надійшла до редакції 02.10.2013  
©В.И. Снисаренко, Л.В. Гембарский*