



УДК 627.335

**А.Н. Ситнов**, зав. кафедрой, профессор, д.т.н., кафедра ВПиГС ФБГОУ ВО «ВГУВТ»  
**Н.В. Кочкурова**, доцент, к.т.н, кафедра ВПиГС ФБГОУ ВО «ВГУВТ»  
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

## ВЛИЯНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ АНКЕРНЫХ УСТРОЙСТВ НА НДС ОДНО И ДВУХАНКЕРНЫХ БОЛЬВЕРКОВ

*Ключевые слова: причальное сооружение, одноанкерный больверк, двуханкерный больверк, анкерное устройство, анкерная тяга, анкерная плита, изгибающий момент, напряженно-деформированное состояние*

*Проводилось исследование влияния расположения точки крепления анкерной тяги и заглубления анкерной плиты на параметры напряженно-деформированного состояния одноанкерного и двуханкерного больверков из железобетонного шпунта. Отмечено, что результаты исследования и полученные результаты позволяют выполнять оптимизацию конструкции, подбирая параметры разных частей сооружения по уровню возникающих в них усилий.*

Одноанкерный и двуханкерный больверки являются одними из самых распространенных конструкций портовых причальных сооружений, напряженно-деформированное состояние (НДС) и стоимость строительства которых зависят от многих факторов, в том числе расположения и параметров анкерных устройств. Для оценки их влияния рассматривались разные конструкции. Применительно к одноанкерному больверку принят железобетонный шпунт с ребром 70см, анкерной тягой диаметром 70мм и длиной 20,1м и анкерной плитой высотой 3м. Для двуханкерного железобетонного больверка принят шпунт с ребром 70см, надстройка с ребром 40см, две анкерные тяги – верхняя диаметром 56мм и нижняя 70мм, закрепленные за анкерные плиты высотой 2.5м верхняя и 3м нижняя. Работа конструкций оценивалась при действии полезной нагрузки на поверхности 40кПа. Указанные параметры конструкции основаны на фактических данных о сооружениях одного из речных портов.

Согласно «Указаниям по проектированию причальных набережных СН-РФ-54.1-1985» [1] рекомендуемое положение точки крепления анкерной тяги к шпунту для одноанкерного больверка лежит в диапазоне (0.15-0.35), а низ анкерной плиты (0.4-0.5) - свободной высоты шпунта от поверхности причала. Для двуханкерного больверка Указания дают рекомендации только для крепления нижних анкерных устройств: крепление тяги назначается на уровне 0.15 свободной высоты шпунта от его верха, заглубление нижней плиты в диапазоне 0.5-0.7 свободной высоты стенки.

Нами оценивались основные параметры НДС больверков в виде максимальных изгибающих моментов в шпунте Мизг, анкерных усилий Ra при разных характеристиках расположения анкерного устройства. Для полноты исследования принято 16 вариантов расположения элементов анкерного устройства для одноанкерного больверка (рисунок 1) и 9 вариантов расположения верхних анкерных устройств и 16 вариантов расположения нижних анкерных устройств для двуханкерного больверка (рисунок 2).

*Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава,  
аспирантов и студентов*

*Секция I Технические и экологические аспекты эксплуатации флота, водных путей и  
гидросооружений*

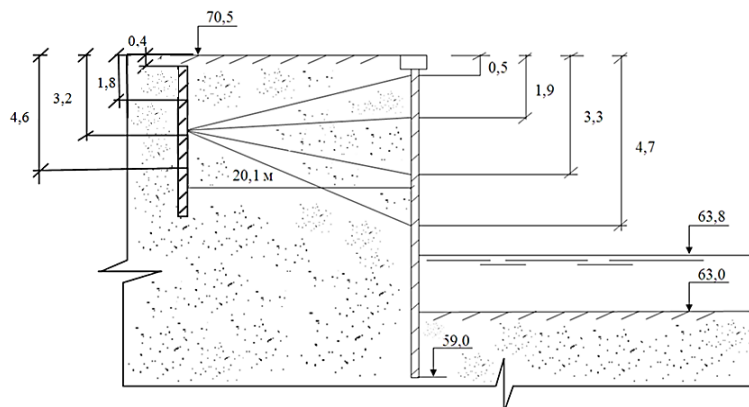
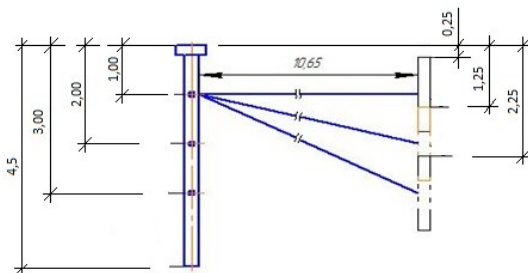


Рисунок 1 - Схема к расчету конструкции одноанкерного больверка

а)



б)

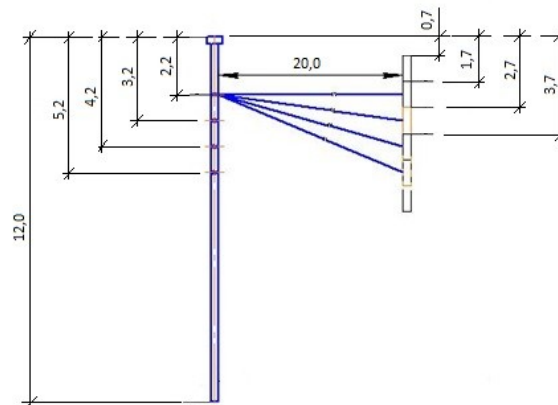


Рисунок 2 - Схема к расчету конструкции двуханкерного больверка:  
а – расположение верхних анкерных устройств (надстройка); б – расположение нижних анкерных устройств (шпунт)

Результаты получены при моделировании НДС сооружений. Анализ данных расчета одноанкерного больверка позволяет сделать следующие выводы:

1. Самое высокое положение точки крепления анкерной тяги к шпунту определяет максимальные изгибающие моменты в шпунте и наименьшие анкерные усилия в тяге независимо от заглубления анкерной плиты. Здесь положение анкерной плиты весьма незначительно сказывается на величине рассматриваемых параметров. При этом общее горизонтальное смещение шпунта, в том числе и его верха, минимальное из всех рассматриваемых вариантов. С понижением точки крепления тяги к шпунту для всех вариантов расположения анкерной плиты наблюдается общая тенденция к уменьшению изгибающих моментов в шпунте и росту анкерных усилий в тяге (рисунок 3). Уменьшение изгибающих моментов в рассматриваемых вариантах происходит на 66.3-67.5%, достигая минимума в точке наинижего крепления анкерной тяги к шпунту. Рост анкерных усилий с понижением точки крепления тяги к шпунту происходит на 82.5-87.5%, достигая максимума в нижней точке.

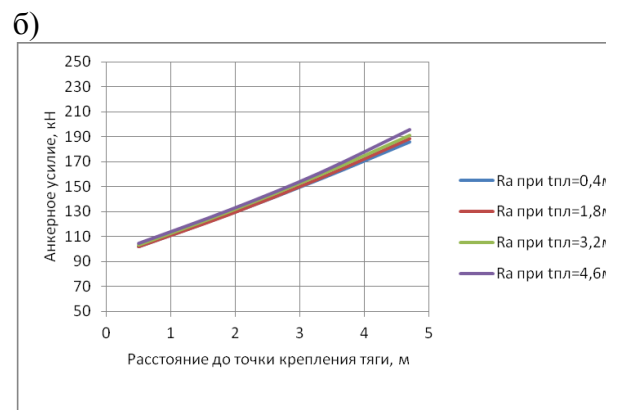
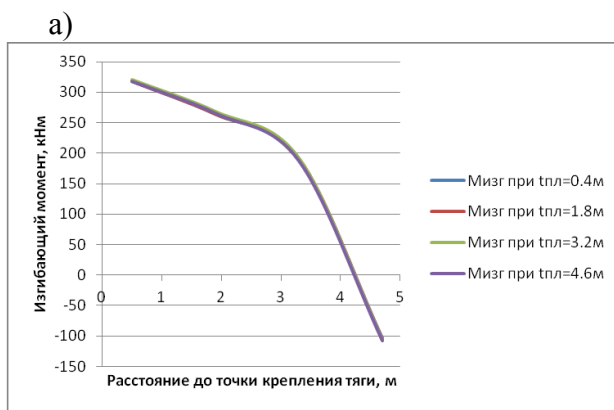


Рисунок 3 - Влияние положения точки крепления анкерной тяги (0,5; 1,9; 3,3; 4,7) и заглубления анкерной плиты (0,4; 1,8; 3,2; 4,6) на параметры НДС одноанкерного больверка:  
а – на изгибающий момент; б – на анкерную реакцию

Такая динамика изменения параметров НДС во многом объясняется разным характером распределения давления в грунте в разных ситуациях.

Анализ данных расчета двуханкерного больверка позволяет сделать следующие выводы:

1. В надстройке минимальные усилия во всех несущих элементах возникают при среднем расположении анкерной плиты и точки крепления тяги, когда расстояние до точки крепления тяги составляет 2м, а до верха анкерной плиты 1.25м. Это положение верхних анкерных устройств принято при дальнейшем расчете нижних анкерных устройств.

2. На изгибающий момент в шпунте влияют оба фактора: и положение точки крепления нижней тяги и заглубление нижней плиты.

3. Динамика изменения изгибающего момента при понижении точки крепления анкерной тяги сильно зависит от положения анкерной плиты. При расположении плиты в верхнем положении, моменты в шпунте снижаются при понижении точки крепления тяги. При большом заглублении плиты – моменты увеличиваются (рисунок 4).

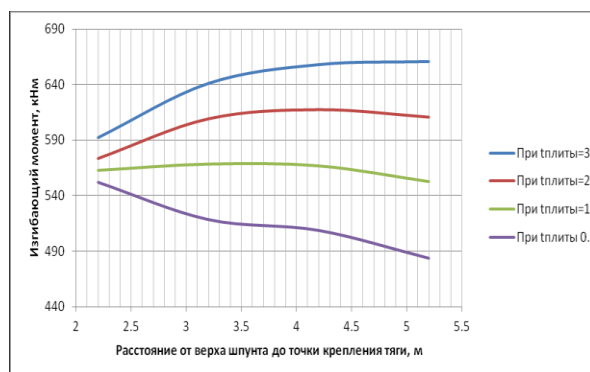


Рисунок 4 - Влияние положения точки крепления анкерной тяги к шпунту на изгибающий момент при различном заглублении анкерной плиты (0,7; 1,7; 2,7; 3,7)

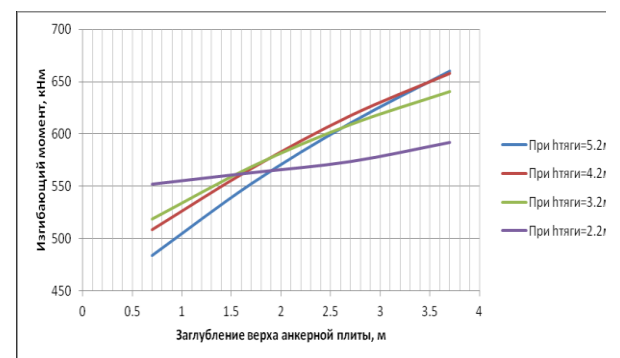


Рисунок 5 - Динамика влияния положения нижней анкерной плиты на изгибающий момент при различном положении точки крепления анкерной тяги (2,2; 3,2; 4,2; 5,2)

4. Если зафиксировать точку крепления тяги и увеличивать заглубление плиты, то моменты растут при всех положениях точек крепления тяги (рисунок 5).

5. Максимальное значение изгибающего момента в шпунте наблюдается при самых низких положениях тяги и плиты. Минимальное значение момента в шпунте возникает при максимальном понижении точки крепления тяги и минимальном заглублении плиты.

6. С увеличением расстояния между точками крепления тяг и при максимальном расстоянии между плитами происходит рост изгибающего момента в шпунте на величину около 20% и в надстройке около 30%. Анкерная реакция в тягах значительно увеличивается: в тяге надстройки - на 200%, а в тяге шпунта - на 37%.

7. При увеличении расстояния только между точками крепления тяг, когда нижняя плита находится в верхнем положении, изгибающий момент в шпунте несколько снижается (на 12%), меняет знак и упругая ось стенки изогнута равномерно в пролетной и заземленной частях с примерно одинаковыми значениями изгибающих моментов. Однако момент в надстройке при этом увеличивается на 30%, анкерные реакции в шпунте и в надстройке также значительно увеличиваются, на 16% и 200% соответственно.

8. При близком расположении точек крепления анкерных тяг и увеличении расстояния между плитами, когда нижняя плита находится в низком положении, изгибающий момент в шпунте имеет достаточно высокое значение, превышающее минимальное на 23%. Изгибающий момент в надстройке также высок, анкерные реакции на среднем уровне значений.

9. Таким образом, рассматривая все варианты в комплексе, можно сделать вывод, что оптимальные значения рассматриваемых нами параметров наблюдаются при близком расположении точек крепления анкерных тяг и плит. При этом значения параметров невысокие.

Данные исследования и полученные результаты позволяют выполнять оптимизацию конструкции, подбирая параметры разных частей сооружения по уровню возникающих в них усилий. Например, при самой низкой точке крепления нижней анкерной тяги в шпунте возникает минимальный изгибающий момент, что позволяет принять меньшее сечение шпунта, но при этом необходимо подобрать большее сечение для надстройки и большие диаметры обеих тяг. Подобное обоснование является важной научно-практической задачей, которая может снизить стоимость строительства сооружения при неухудшении его НДС.

### **Список литературы:**

[1]. Указания по проектированию причальных набережных [Текст]: СН-РФ 54.1-85 / Минречфлот РСФСР, Кн. 1,2,3. – М.: Гипроречтранс, 1985.

## **THE INFLUENCE OF THE LOCATION OF ANCHOR DEVICES ON THE STRESS-STRAIN STATE ONE AND TWO ANCHOR GROOVES**

*Keywords: mooring construction, one anchor groove, two anchor groove, anchor, anchor pull, anchor plate, bending moment, stress-strain state*

*A study was made of the influence of point location the anchor thrust and penetration of the anchor plate on the parameters of the stress-strain state announcing and duanqing of the grooves of reinforced concrete pile. It is noted that the results of the study and the results obtained allow optimization of the design, selecting the parameters of different parts of the building according to the level encountered in their efforts.*