



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»
Н.С. Федотов, магистрант 2 курса ФБГОУ ВО «ВГУВТ»
В.В. Краснов, магистрант 2 курса ФБГОУ ВО «ВГУВТ»
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ВЛИЯНИЕ ВЫСОТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОДНО- И ДВУХАНКЕРНЫХ БОЛЬВЕРКОВ НА ИХ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ

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

Оценка влияния эксплуатационных условий и характеристик грунтов на несущую способность больверков была рассмотрена нами в [2, 3]. В настоящей работе проведено исследование влияния высотных параметров одноанкерного и двуханкерного больверков из железобетонного шпунта на напряженно-деформированное состояние (НДС) сооружения. В качестве высотных параметров рассматривались глубина погружения шпунта, положение точки крепления анкерной тяги к шпунту, высота шпунта и надстройки. Результаты исследования позволяют выполнять оптимизацию конструкции, подбирая параметры разных частей сооружения по уровню возникающих в них усилий.

Исследование влияния высотных параметров на НДС больверков проводилось для сооружений, работающих в одинаковых грунтовых условиях, конструктивно отличающихся лишь наличием надстройки с анкерным устройством для двуханкерного больверка.

Согласно существующим нормам проектирования причальных портовых сооружений, приведенным в Указаниях [1], устанавливаются следующие диапазоны изменения значений: для одноанкерных больверков глубина погружения шпунта $T_{шп}$ назначается равной $(0,4-0,5)H_{ст}$, положение крепления анкерной тяги к шпунту $h_k - (0,15-0,35)H_{ст}$. Для двуханкерных больверков глубина погружения шпунта рекомендуется в диапазоне $(0,4-0,5)H_{ст}$, высота надстройки 3-6м, положение крепления нижней анкерной тяги к шпунту – $0,15H_{шп}$, здесь $H_{ст}$ – свободная высота сооружения, $H_{шп}$ – свободная высота шпунта.

В нашем исследовании для полноты рассматриваемых решений данный диапазон расширен по большинству указанных параметров. Оценка НДС выполнялась по значениям изгибающих моментов, возникающих в шпунте и надстройке, а также анкерным реакциям в тягах шпунта и надстройки. Для одноанкерного больверка определялись значения моментов и анкерных усилий при изменении глубины погружения шпунта в диапазоне значений от $0,4H_{ст}$ до $0,8H_{ст}$, что в абсолютных величинах составило 3,0; 3,75; 4,5; 5,25; 6,0м, положения точки крепления анкерной тяги к шпунту в диапазоне от $0,15H_{ст}$ до $0,75H_{ст}$, что соответствует 1,125; 1,5; 1,875; 2,25; 2,625; 3,0; 3,375; 4,125;

4,5; 4,875; 5,25; 5,625м. Для двуханкерного больверка варианты глубины погружения шпунта принимались равными 0,4Нст, 0,5Нст, 0,6Нст, что соответствует 4,8; 6,0; 7,2м, а значения высоты надстройки принималось 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0 и 8,0м. Также для двуханкерного шпунта рассматривалось несколько положений точки крепления нижней анкерной тяги.

Анализ данных расчета одноанкерного больверка позволяет сделать следующие основные выводы:

1. При понижении точки крепления тяги максимальные изгибающие моменты в шпунте уменьшаются (рисунок 1а). При рассмотрении положения крепления тяги в диапазоне высот, рекомендуемом Указаниями [1], с понижением точки крепления тяги с 0,15Нст до 0,35Нст значения максимальных изгибающих моментов уменьшаются на 60%. Изменение значений анкерной реакции имеет обратный характер, они возрастают примерно на 21% (рисунок 1б).

2. Из двух рассмотренных факторов наибольшее влияние на параметры НДС сооружения оказывает изменение положения точки крепления анкерной тяги к шпунту. Изменение глубины погружения шпунта при неизменяемых остальных параметрах и однородных характеристиках грунтов существенного влияния на НДС не оказывает. Поэтому ниже рассматривались параметры НДС при заглублении шпунта $T_{шп}=3,0$ м.

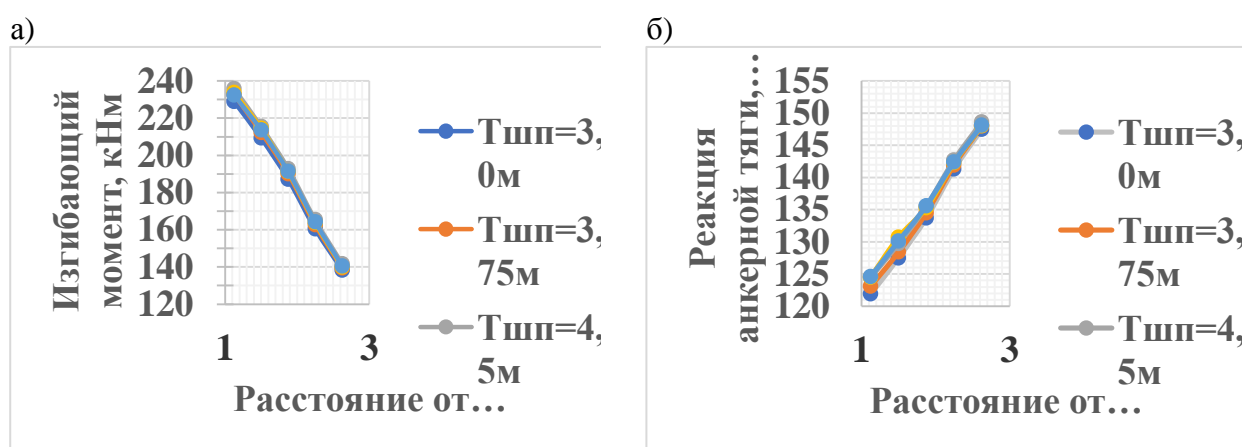


Рисунок 1 – Результаты расчета одноанкерного больверка:
 а – изгибающие моменты в шпунте при комплексном исследовании изменения положения крепления тяги и заглубления шпунта; б – анкерная реакция при комплексном исследовании изменения положения крепления тяги и заглубления шпунта

По результатам расчета НДС двуханкерного больверка основные выводы такие:

1. Наибольшее влияние на параметры НДС конструкции оказывает изменение высоты надстройки и, соответственно, шпунта при неизменяемой общей свободной высоте сооружения. Глубина погружения шпунта так же, как и в случае одноанкерного больверка, существенного влияния на НДС не оказывает, однако при определенных условиях значимость фактора возрастает.

2. По расчетам при увеличении высоты надстройки с 3,0 до 8,0м изгибающий момент в шпунте уменьшается почти на 60% (рисунок 2а), при этом анкерные реакции в нижней и верхней тяге увеличиваются в среднем на 18% и 90% соответственно (рисунок 2 в, г).

3. Характер изменения изгибающего момента в надстройке более сложный и минимальные значения достигаются при высотах надстройки от 4 до 7м (рисунок 2б). Видно, что в данном случае оказывает влияние величина заглубления шпунта и происходит перераспределение нагрузки между опорами сложной двуханкерной конструкции, что требует дополнительного учета и поиска рационального расположения верхних и нижних анкерных устройств.

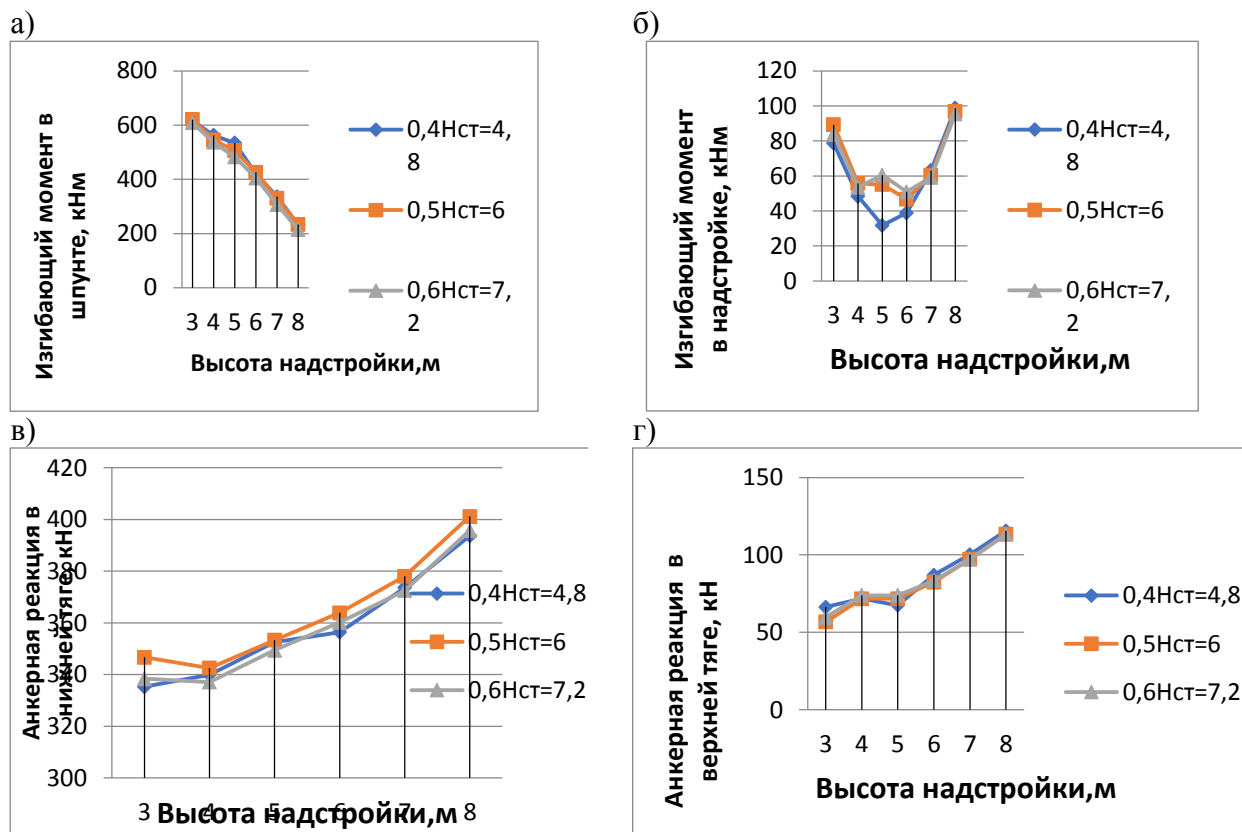


Рисунок 2 – Влияние высоты надстройки на параметры НДС двуханкерного больверка:
 а – изгибающий момент в шпунте; б – изгибающий момент в надстройке; в – анкерная реакция в нижней тяге; г – анкерная реакция в верхней тяге

Таким образом, результаты исследований показывают, что при проектировании важной задачей является обоснование оптимальных соотношений высотных параметров конструкции, влияющих на возникающие в них усилия и, соответственно, на принимаемые конструктивные решения от которых зависит экономическая составляющая проекта.

Актуальность и практический аспект данной проблемы связан с отсутствием точных рекомендаций в нормах проектирования по параметрам различных частей сооружений. Обоснование проектных решений, поиск приемлемых параметров конструкции является важной научно-практической задачей, позволяющей при неухудшении НДС сооружения снизить общую стоимость строительства.

Список литературы:

- [1]. Указания по проектированию причальных набережных [Текст]: СН-РФ 54.1-85 / Минречфлот РСФСР, Кн. 1,2,3. - М.: Гипроречтранс, 1985.
- [2]. Оценка изменения изгибающих моментов в шпунтовых причальных набережных при различных грунтовых условиях / Вестник ВГАВТ. Выпуск 44. - Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО "ВГАВТ", 2015.- с.84-93.
- [3]. Оценка влияния эксплуатационных условий на несущую способность двуханкерного больверка при его коррозионном разрушении / Вестник ВГАВТ. Выпуск 45. - Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО "ВГАВТ", 2015.- с.67-81.

INFLUENCE OF ALTITUDE PARAMETERS OF ONE AND TWO-ANCHOR BULWARKS ON THEIR STRESS-DEFORMED CONDITION

A.N. Sitnov, N.V. Kochkurova, N.S. Fedotov, V.V. Krasnov

Keywords: waterfront structure, one anchor bulwark, two anchor bulwark, anchor, anchor pull, anchor plate, bending moment, stress-strain state.

Impact assessment of operating conditions and soil characteristics on the load-carrying capacity of bulwarks was reviewed by us in [2, 3]. In the present work, the effect of high-altitude parameters of single-anchor and two-anchor bulwarks from reinforced concrete pile on the stress-strain state (SSS) of the structure was studied. The depth of immersion of the tongue, the position of the anchor line attachment point to the tongue, the height of the tongue and the superstructure were considered as altitude parameters. The results of the research allow us to optimize the construction by selecting parameters of different parts of the structure according to the level of forces that arise in them.