



УДК 627.335

Ситнов Александр Николаевич, профессор, д.т.н., заведующий кафедрой водных путей и гидротехнических сооружений ФБГОУ ВО «ВГУВТ»

Кочкурова Наталия Викторовна, доцент, к.т.н., доцент кафедры водных путей и гидротехнических сооружений ФБГОУ ВО «ВГУВТ»

Сапунов Андрей Анатольевич, магистрант 2 курса направления подготовки «Строительство» ФБГОУ ВО «ВГУВТ»

Платицын Евгений Дмитриевич, магистрант 2 курса направления подготовки «Строительство» ФБГОУ ВО «ВГУВТ»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФБГОУ ВО «ВГУВТ»)

603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЙ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИЧАЛЬНОЙ НАБЕРЕЖНОЙ БОЛЬВЕРКОВОГО ТИПА

Ключевые слова: причальное сооружение, одноанкерный больверк, двуханкерный больверк, грунт основания, грунт засыпки, изгибающий момент, напряженно-деформированное состояние

Аннотация. Проводилось исследование влияния грунтовых условий на напряженно-деформированное состояние одно- и двуханкерных больверков. Оценивалось влияние однородных грунтов основания и засыпки, а также оснований с прослойками разных грунтов. Результаты исследования позволяют выполнять оптимизацию конструкции на стадии проектирования, подбирая лучшие решения.

Исследование влияния грунтовых условий на напряженно-деформированное состояние (НДС) больверков проводилось для конструкций одно- и двуханкерного сооружения с одинаковыми конструктивными параметрами, отличающихся наличием надстройки у двуханкерного сооружения в одних и тех же грунтовых условиях.

Влияние грунтовых условий исследовалось для однородных грунтов основания и засыпки и в случае, когда в основании существует прослойка другого грунта. Для различия видов грунтов по физико-механическим характеристикам была введена их градация на сильные и слабые грунты, используя данные предыдущих исследований [1] и опыт, описанный в работах других авторов [2, 3, 4, 5, 6, 7].

Однородные грунты основания рассматривались при неизменном грунте засыпки и принимались из совокупности грунтов, отличающихся по физико-механическим характеристикам, охватывая возможные варианты изменения угла внутреннего трения, удельного веса и удельного сцепления для наиболее часто встречающихся осадочных пород в руслах равнинных рек. Данные по грунтам основания приведены в таблице 1. Однородные грунты засыпки рассматривались при неизменном грунте основания для двух вариантов оснований, сложенных слабым и сильным грунтами. Грунты засыпки в нашем

исследовании принимались от пылеватых до крупнозернистых и их характеристики приведены в таблице 1.

Прослойка грунта в однородном основании принималась из двух разновидностей грунтов (слабого и сильного) и рассматривалась разной толщины и глубины заложения от дна акватории причального сооружения.

Таблица 1

Физико-механические характеристики грунтов

Грунт	Угол внутреннего трения, град	Удельный вес, кН/м ³	Удельное сцепление, кПа
Основание			
Суглинок	22	26	28
Супесь сильная	30	26,3	15
Супесь слабая	18	26,7	3
Песок средний	32	19,8	0
Засыпка			
Пылеватый	29	15,8	7
Песок средний	33	17,5	3
Гравелистый	38	19,7	0

Расчетные схемы исследования приведены на рис. 1. Основными результатами, полученными при расчетах и рассматриваемыми в исследовании, являются изгибающие моменты, возникающие в частях конструкций. Значения изгибающих моментов в одноанкерном больверке при различных грунтовых условиях в основании сооружения представлены на рис. 2, 3. Результаты для двуханкерного больверка приведены на рис. 4, 5.

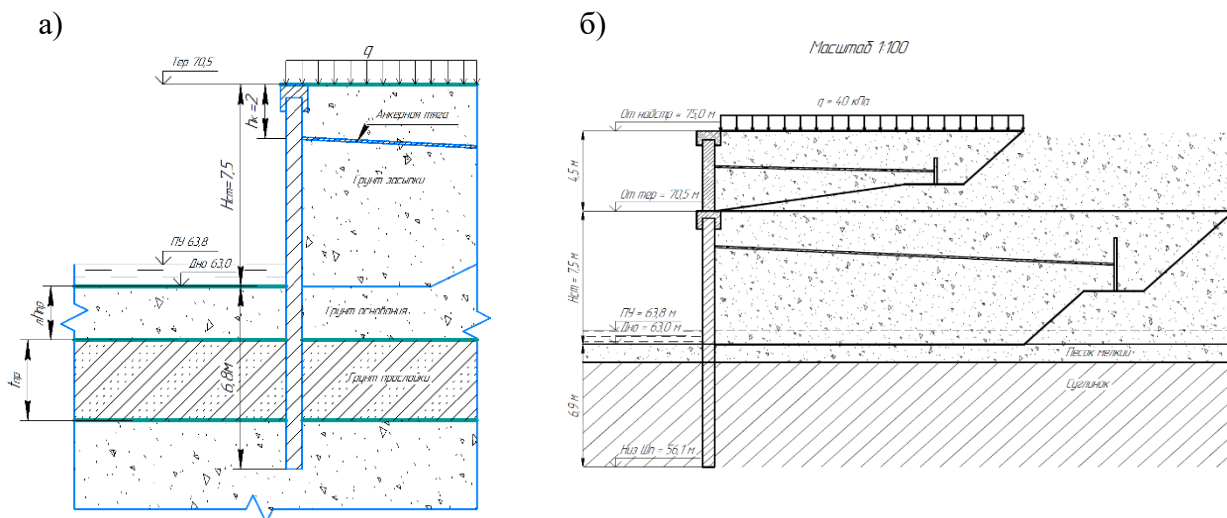


Рис. 1 – Расчетные схемы больверков: а – одноанкерного; б - двуханкерного

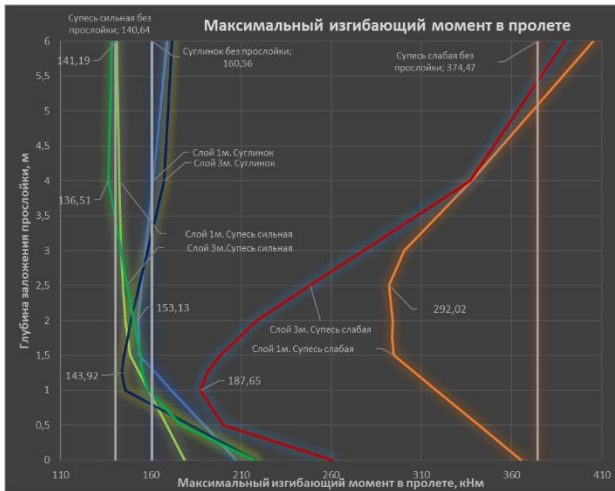


Рис. 2 – Результаты исследований для одноанкерного больверка при прослойке сильного грунта в основании сооружения

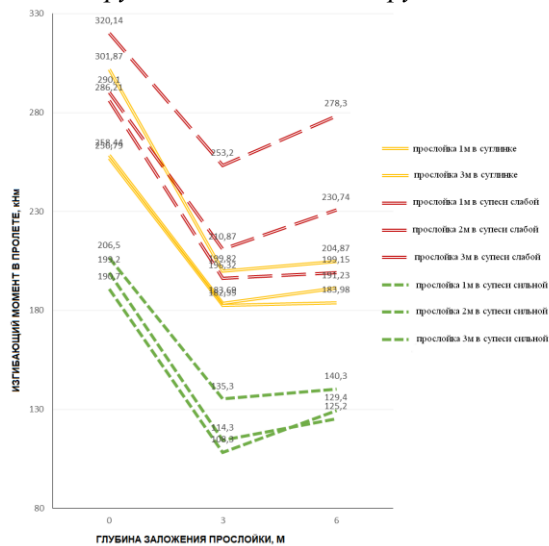


Рис. 4 – Результаты исследований для двуханкерного больверка при прослойке сильного грунта в основании сооружения

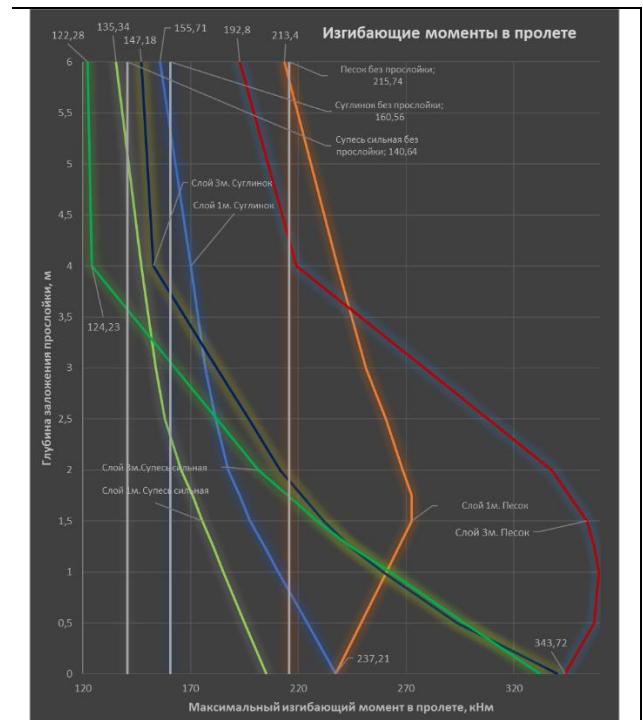


Рис. 3 – Результаты исследований для одноанкерного больверка при прослойке слабого грунта в основании сооружения

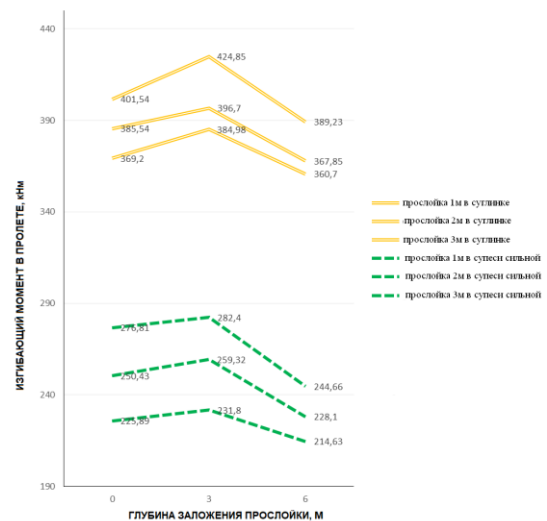


Рис. 5 – Результаты исследований для двуханкерного больверка при прослойке слабого грунта в основании сооружения

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Расположение сильной прослойки в более слабом грунте основания для одноанкерного больверка предпочтительно при ее нахождении в верхней половине заглубления шпунта в грунт. В этом случае значения максимальных изгибающих моментов в пролете меньше, чем при однородном грунте. Однако в слабых грунтах с малым углом внутреннего трения (как в рассматриваемом грунте «супесь слабая») возникают большие значения изгибающих моментов в защемлении, превышающие несущую способность шпунта. При этом основание непригодно для эксплуатации сооружения.

2. Для двуханкерного больверка прослойка сильного грунта в основании, расположенная на глубине более половины величины заглубления шпунта, снижает максимальные изгибающие моменты в пролете и защемлении шпунта на 30% и в

надстройке на 10% при любой толщине прослойки. Наличие прослойки любой толщины сильного грунта в основании приводит к укреплению основания и снижению усилий в конструкции в целом.

3. При наличии в основании слоя слабого грунта для одноанкерного больверка при расположении его на глубине до 2м от поверхности дна вызывает большие изгибающие моменты в пролетной части шпунта, превышающие его несущую способность. Лучший вариант расположения прослойки слабого грунта – в нижней трети заглубления шпунта в грунт основания, при этом изгибающие моменты в пролете шпунта снижаются, а в защемлении увеличиваются, не достигая предельных.

4. Наличие в основании двуханкерного больверка слоя слабого грунта показывает, что его расположение в двух уровнях по глубине дает снижение изгибающего момента во всей конструкции: у поверхности дна акватории или в самом низу шпунта. Расположение прослойки в средней части глубины забивки шпунта неизменно приводит к увеличению изгибающего момента во всех частях конструкции. Это объясняется тем, что прослойка попадает в зону реального защемления шпунта в грунте, находящейся в средней части глубины погружения шпунта и тем самым снижает его несущую способность, вызывая увеличение усилий.

5. Снижение изгибающих моментов в одноанкерном больверке при сильном грунте основания достигается применением в качестве грунта засыпки материала с наличием увеличенного сцепления и небольшим углом внутреннего трения или, наоборот, с увеличенным углом внутреннего трения и отсутствием сцепления. В этих случаях наблюдается баланс пролетных и защемленных моментов и расномерное распределение нагрузки по длине шпунта.

6. При слабом основании одноанкерного больверка изменение грунта засыпки решающей роли не играет и изгибающие моменты превышают предельные значения при любом виде грунта засыпки. Такие основания неприменимы для этого вида конструкции.

7. Для двуханкерного больверка исследование влияния грунта засыпки при сильном основании показало, что максимальные изгибающие моменты в шпунте возникают при засыпке за стенку песка пылеватого с большим сцеплением, но незначительным углом внутреннего трения. Чем меньше сцепление и больше угол внутреннего трения грунта, тем меньшие усилия возникают в конструкции.

8. При слабом основании двуханкерной конструкции к уменьшению изгибающих моментов в шпунте приводит применение в качестве засыпки грунтов с большим углом внутреннего трения и малым сцеплением, при таких характеристиках грунта засыпки изгибающие моменты уменьшаются по всей высоте конструкции. Однако отсутствие удельного сцепления (для песка среднего оно принято равным нулю) в засыпке приводит, наоборот, к увеличению внутренних усилий в конструкции.

Таким образом, наиболее важной задачей при проектировании является оптимизация конструктивных решений, основанных на выборе наиболее экономически выгодных и технически возможных грунтовых условий, влияющих на напряженно-деформированное состояние конструкции сооружения.

Список литературы:

- [1] Ситнов, А.Н. Оценка изменения изгибающих моментов в шпунтовых причальных набережных при различных грунтовых условиях / А. Н. Ситнов, Н. В. Кочкурова / Вестник ВГАВТ. Выпуск 44. - Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО "ВГАВТ", 2015. - с.84-93.
- [2] Будин, А.Я. Эксплуатация и долговечность портовых гидротехнических сооружений / А.Я. Будин, проф., д-р техн. наук. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Транспорт, 1977. - 319 с.
- [3] Корчагин, Е.А. Строительство причалов на слабых грунтах основания с искусственно улучшенными физико-механическими характеристиками / Корчагин Е.А., М.А. Сахненко, Г.А. Степанян / Вестник МГСУ. Выпуск 8. – М.: изд-во ФГБОУ «МГСУ», 2013. – с. 68-77.

- [4] Корчагин, Е.А. Использование местных условий при строительстве портовых сооружений на слабых грунтах // Материалы научно-практической конференции МГАВТ. М. : Алтайр, 2010. С. 26—28.
- [5] Костюков, В.Д. К вопросу о повышении несущей способности территории причалов на слабых основаниях / В.Д. Костюков, Г.А. Степанян // Речной транспорт (XXI век). 2012. № 1. С. 70—72.
- [6] «Soil Classification System and Method of the Result of Classification», Journal of Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation, Vol. 21, No. 5, 1973, (J) pp. 21—25.
- [7] EuroSoilStab. СТ 97-0351 Project No.:BE 96-3177. Design Guide Soft Soil Stabilisation. Development of design and construction methods to stabilise soft organic soils. London: Ministry of public works and water management, 2000. 94p.

EVALUATION OF THE EFFECT OF SOIL CONDITIONS ON THE STRESS-STRAIN STATE OF THE BOOSTERN BOILERVE TYPE

Keywords: waterfront structure, oceancity bol'verk, dvuhokonny bol'verk, the Foundation soil, soil backfilling, bending moment, stress-strain state

Annotation. A study was made of the influence of soil conditions on NTS one and two anchor bulwarks. The influence of homogeneous soils of the base and backfill, as well as bases with layers of different types of soils was estimated. The results of the study allow to optimize the design at the design stage, choosing the best solutions.