

Natela N. Khoneliya,
ScD. Associate professor;

Ruslan R. Bagrationy,
Master;

AnnaV. Slobodyanik,
assistant;
Odessa National Maritime University

Research of the Work of Thin Retaining Wall with Stiffeners

Key words: retaining wall, ribs, ground pressure, experimental studies.

Annotation: A new construction and technical solution of a thin retaining wall with stiffeners are proposed. The dependence of the lateral earth pressure on a thin retaining wall from the geometric parameters of the buttress was established. The laboratory results are presented as curves of lateral earth pressure and displacement of the wall height.

Важнейшими задачами технической эксплуатации портовых гидротехнических сооружений является повышение их долговечности и продление срока службы. Во многом это вызвано перемещением акцента с капитального строительства новых объектов на реконструкцию, модернизацию эксплуатируемых сооружений. Вместе с тем, остаются актуальными задачи оптимального проектирования, связанные с внедрением в практику эффективных конструкторско-технологических решений, а значит и более совершенных научно-обоснованных методов расчета конструкций, основанных на экспериментальных исследованиях взаимодействия сооружения с грунтовой средой.

Совершенствование конструкций из шпунтовых свай с целью снижения расхода металла и рационального его использования может быть достигнуто разработкой комбинированных шпунтовых стенок, увеличением несущей способности шпунтовых свай путем эффективного распределения металла по сечению профиля.

Предложена группой авторов (М.П. Дубровский, А.В. Слободяник) новая конструкция подпорной шпунтовой стенки с ребрами жесткости трапецидальной формы, на которую получен патент Украины (рис.1) (1).

Подпорная стенка включает лицевые стальные шпунтовые сваи 1, расположенные в направлении вдоль сооружения. Позади стенки выполнена обратная грунтовая засыпка

2. Подпорная стенка снабжена поперечными рядами шпунтовых свай 3 (ребрами жесткости / контрфорсами), которые имеют форму, близкую к прямоугольной трапеции с расширением книзу (рис. 1, а). Такая форма ребер жесткости способствует эффективному снижению интенсивности распорного давления грунта, эпюра которого имеет аналогичную трапецеидальную форму.

Ребра жесткости могут быть выполнены в форме прямоугольной трапеции с расширением кверху (рис. 1, б). При такой форме ребер жесткости значительно увеличивается жесткость конструкции в верхней части подпорной стенки, что способствует уменьшению перемещений верха шпунтовой стенки. В частном случае, возможно применение шпунтовой стенки с прямоугольной формой ребер жесткости (рис. 1, в).

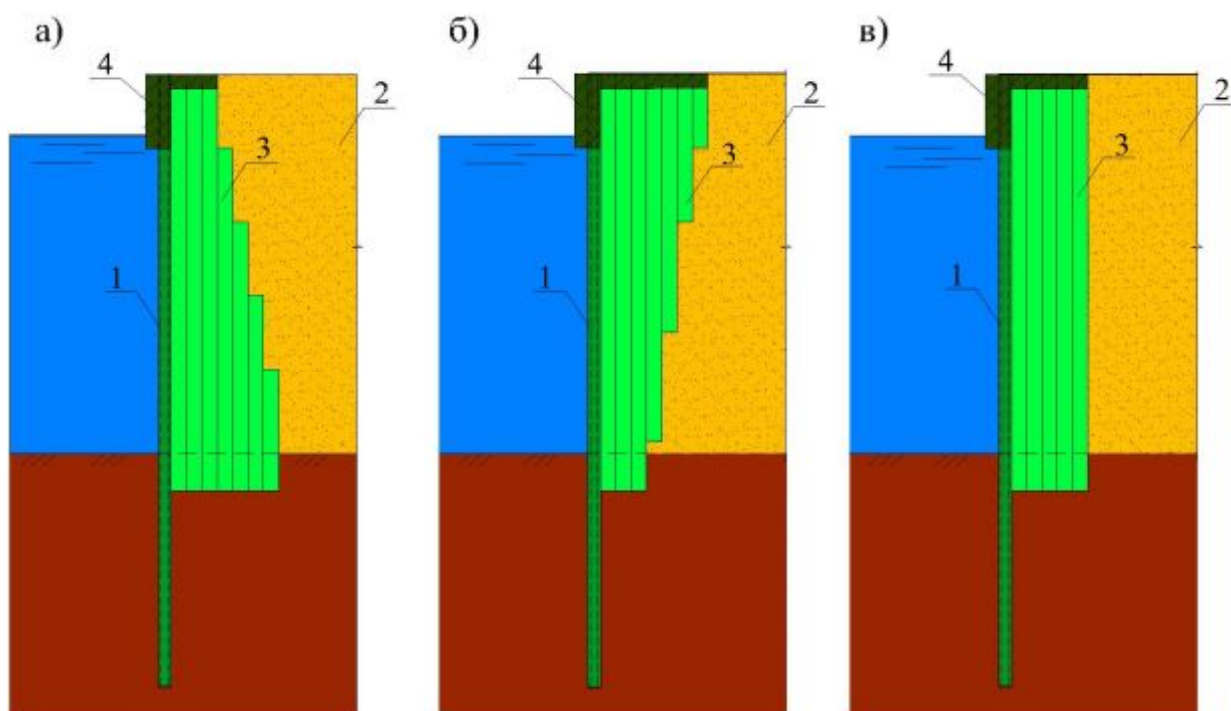


Рис.1. Шпунтовая стенка с контрфорсами.

Подпорная стенка работает под действием распорного давления грунта засыпки как консольная балка, заделанная нижним концом в грунт основания. В результате действия распорного давления грунта засыпки стенка будет изгибаться. Поперечные ряды свай, действуя как контрфорсы, повышают изгибную жесткость конструкции, а также уменьшают передаваемое на лицевую стенку распорное давление засыпки за

счет возникающих по боковой поверхности поперечных шпунтовых рядов сил трения. В результате уменьшаются горизонтальные смещения верха стенки, реактивное давление грунта основания и максимальные значения изгибающих моментов в стенке.

Следует отметить, что возведение сооружения может быть осуществлено традиционными методами за исключением операций по монтажу анкеров-контрфорсов, которые монтируют с помощью замковых соединений и свай-вставок.

Предложенная конструкция подпорной шпунтовой стенки может применяться:

- как новое строительство причального, берегозащитного, оградительного сооружения, в сухих доках и щлюзах разрезной конструкции в качестве стенки;
- при реконструкции гидротехнических сооружений возведением оторочки перед любым типом конструкций (2).

Преимуществами рассмотренного инновационного конструктивного решения являются: уменьшение материалоемкости и объемов производства работ за счет отказа от стандартных сложных анкерных систем; повышение несущей способности сооружения, что обеспечивает возможность увеличения эксплуатационной нагрузки; отсутствие необходимости в разборке или использовании существующей конструкции при проведении реконструктивных мероприятий.

Новое конструктивное решение вызвало необходимость изучения характера распределения бокового давления грунта на лицевую стенку при различных геометрических параметрах ребер жесткости (контрфорсов). Для этого был разработан линейный метод расчета бокового давления грунта на подпорную стенку с учетом разгружающего эффекта ребер жесткости для различных конфигураций ребер – прямоугольной, трапецидальной с расширением книзу, трапецидальной с расширением сверху (3).

При исследовании влияния формы контрфорса на боковое давление грунта геометрические параметры ребер подбирались так, чтобы при постоянной высоте и шаге контрфорсов их площади были равны.

Для оценки влияния конфигурации ребер жесткости получены эпюры бокового давления грунта с учетом и без учета ребер жесткости, представленные на рисунке 3.

Анализ полученных данных показывает, что шпунтовая стенка с ребрами жесткости трапецидальной формы с расширением книзу обеспечивает наибольший разгружающий эффект - 17,8 %, шпунтовая стенка с прямоугольной формой ребра

обеспечивает разгружающий эффект 16,2 %, а с ребрами трапецидальной формы с расширением кверху – 14,3 %.

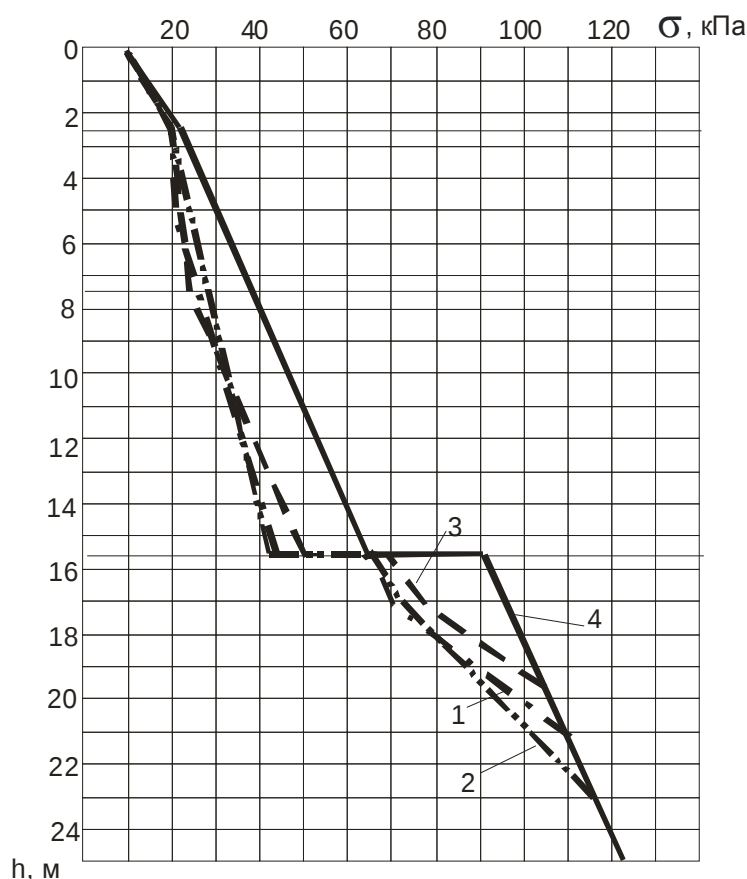


Рис. 3. Эпюры давления грунта при различной форме ребер:

1 – прямоугольная форма; 2 – с расширением книзу; 3 – с расширением кверху; 4 – давление на стенку без ребер.

Автором также был исследован экспериментальным путем характер распределения давления грунта на тонкую стенку при наличии ребер жесткости.

Опыты проводились в лаборатории исследований и испытаний портовых гидротехнических сооружений при кафедре «Морские и речные порты, водные пути и их техническая эксплуатация» Одесского национального морского университета под руководством профессора М.П. Дубровского.

Модель подпорной стенки с ребрами жесткости исследовали в грунтовом лотке длиной 170 см, шириной 100 см, высотой 109 см. Передняя сторона была открыта на $\frac{3}{4}$ высоты лотка, что позволяло смоделировать грунт основания, и облегчало работу с измерительной аппаратурой.



Рис. 4. Общий вид модели подпорной стенки

Модель подпорной тонкой стенки представляла собой стальной щит размером 100,5х99 см, толщиной 1,65 мм. Ребра жесткости были выполнены из той же стали прямоугольной и трапецидальной формы, высотой 68см. Ширина ребра прямоугольной форме равнялась 30см, трапецидальной с расширением книзу форме ширина ребра составила 18 и

42 см (поверху и понизу соответственно), трапецидальной с расширением кверху форме ширина ребра составила 42 и 18см (поверху и понизу соответственно). Общий вид стенки, установленной в лотке, показан на рис. 4.

Материалом засыпки служил мелкозернистый кварцевый люберецкий песок, объемный вес которого $15,8 \text{ кН/м}^3$, угол внутреннего трения 30° .

На основании проведенных опытов и полученных теоретических зависимостях построены эпюры давления на стенку с прямоугольными ребрами жесткости, стенку с ребрами жесткости с расширением книзу и стенку с ребрами жесткости с расширением кверху (рис. 5).

Выполненное сопоставление расчетных и экспериментальных данных свидетельствует об эффективности разработанного метода построения эпюры бокового давления грунта с учетом разгружающего действия контрфорсов. Разность значений равнодействующей силы давления на стенку между экспериментальными эпюрами и эпюрами, полученными при расчете линейным методом, составила в среднем 4%, что показывает их приемлемую для инженерных расчетов сходимость. Это обстоятельство свидетельствует о целесообразности практического использования линейного метода расчета при проектировании и технической эксплуатации водотранспортных гидротехнических сооружений.

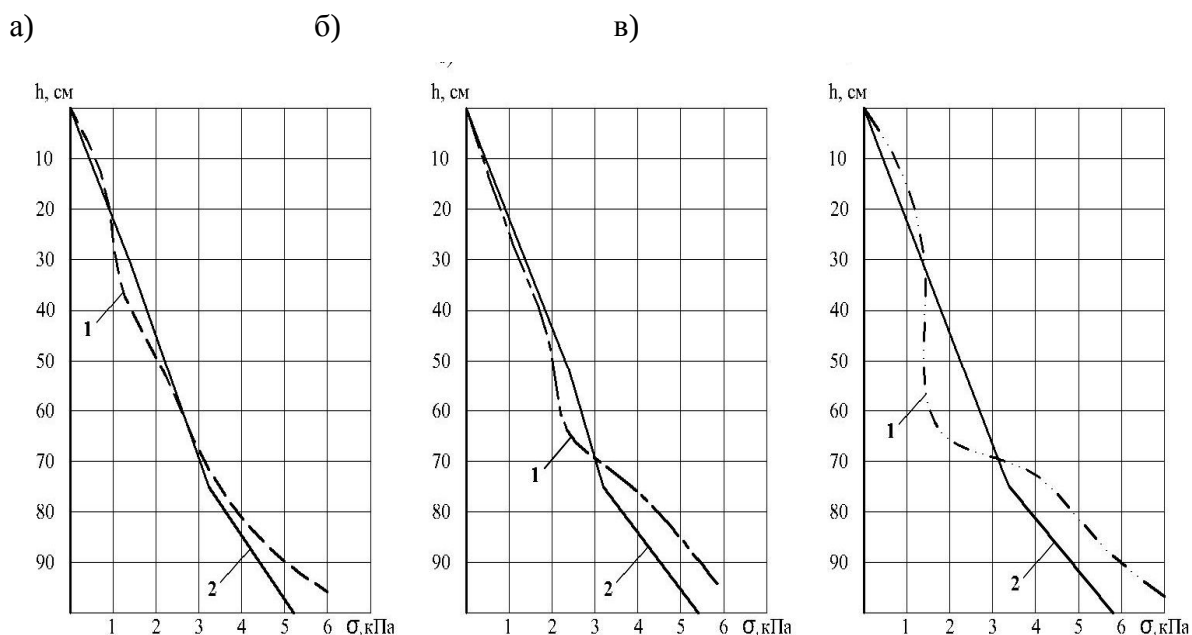


Рис. 5. Эпюры давления грунта по результатам исследований:

а – с формой ребер с расширением книзу; б – прямоугольная форма ребер; в – с формой ребер с расширением кверху; 1 – экспериментальная; 2 – по линейному методу.

References:

1. Patent № 84888. UKRAINE. IGC (2006) E02D 29/2, E02B 3/06. Pidpirna stinka: GV. Slobodjanik, MP. Dubrovsky: Odeska natsionalny morsky universitet. Said. 29.05.2006. Vid. 10.12.2008. Bull. №23; 4.
2. Dubrovsky MP, Kazmiruk OV, Slobodjanik AV. Advanced design and technological solution sheet piling increased rigidity: Collection of Scientific Works. Poltava, 2003, Iss. 12; 62 - 69.
3. Dubrovsky MP, Slobodjanik AV. Study of earth pressure on sheet pile wall with ribs: News of Odessa National Maritime University. Odessa, ONMU, 2005, № 16; 146 - 156.
4. Lazebnyk GE. Pressure on ground facilities. Kiev, 2005; 243.

5. *Evstigneev VN. Experimental study of the earth pressure on the wall with buttresses: Port hydraulic engineering. Moscow, Transport, 1967, № 15; 23-28.*