

УДК 69.05:658.562:728.1

В.А. Гришин, Е.Ю. Федорова

МОРСКИЕ ИСКУССТВЕННЫЕ ОСТРОВА
(ЧАСТЬ 4)

Приведены некоторые методы расчета берегозащитных сооружений на морских островах.

Ключевые слова: море, берегозащитные сооружения, методы расчета.

Приведені деякі історичні і сучасні відомості про споруду і призначення морських штучних островів.

Ключові слова: море, берегозахисні споруди, методи розрахунку.

Some methods of calculation coast-protecting structure on sea islands are resulted.

Keywords: sea, coast-protecting structure, methods of calculation.

Данная статья является продолжением ранее опубликованных работ [1, 2]. В ней рассматриваются морские искусственные острова с планируемыми на них причальными стенками, расположенными по границе острова, как показано на рисунке 1.



Рис. 1. Искусственный остров с причальными стенками

Эти стенки вначале строительства используются также в виде ограждения для намываемого или засыпаемого грунта будущего острова, что позволяет существенно сократить его объем. Предполагается, что возводимый остров защищен от волнового воздействия ранее построенными оградительными сооружениями. Вопросы защиты морских искусственных островов от действия волн рассмотрены в статье (Ч. 3).

Причал рассматривается как единая система, состоящая из шпунтовой и анкерной стенок, анкеров, грунтового массива и морской воды. Его расчетная схема показана на рисунке 2.

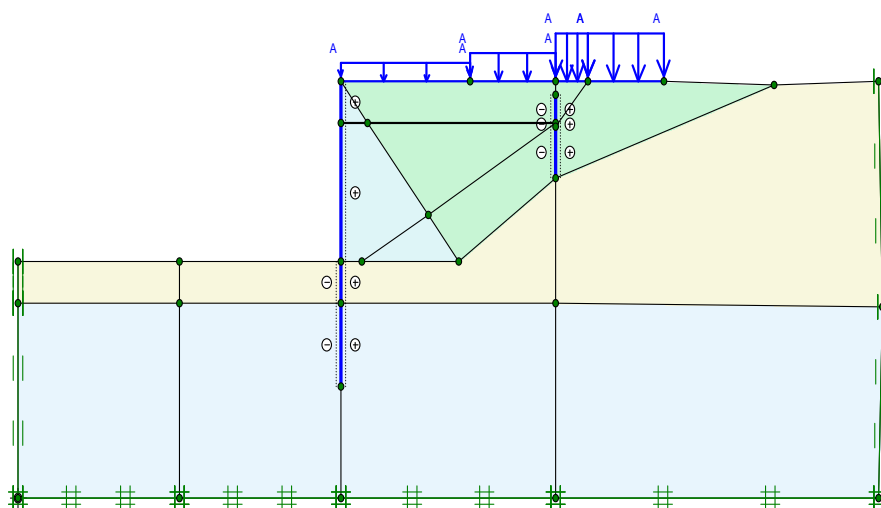


Рис. 2. Расчетная схема причальной стенки

Грунты массива состоят из четырех слоев, имеющих следующие физико-механические свойства: сцепление c (в кН/м^2), угол внутреннего трения φ (в градусах), модуль деформации E (в кН/м^2) и коэффициент Пуассона (безразмерная величина). Первый слой: $c = 1$, $\varphi = 30$, $E = 33000$, $\mu = 0,3$; второй слой: $c = 2$, $\varphi = 28$, $E = 32000$, $\mu = 0,3$; третий слой: $c = 3$, $\varphi = 23$, $E = 10000$, $\mu = 0,33$; четвертый слой: $c = 25$, $\varphi = 24$, $E = 16000$, $\mu = 0,35$. Слои грунта расположены сверху вниз, как показано на рис. 2. Шпунтовая и анкерная стенки изготовлены из металлического шпунта Ларсен V. Высота стенки выше дна моря равна 13 м, а глубина забивки 9 м. Приложенная на причал нагрузка слева направо имеет следующие интенсивности: 40, 60, 100 кН/м^2 . Давление воды в грунтовом массиве показано на рисунке 3. Его максимальная величина равна $-264,5 \text{ кН/м}^2$.

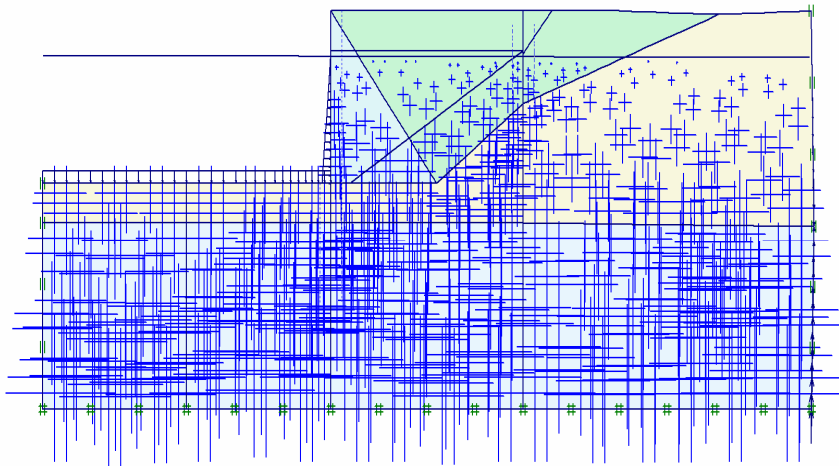


Рис. 3. Давление воды в грунтах

При сложном нагружении деформационные теории пластичности не применимы, поэтому здесь в расчетах использовалась теория пластического течения. Методика решения рассматриваемой задачи изложена в монографии [3]. Результаты упругопластического расчета зависят от пути нагружения системы, поэтому он реализуется в виде шести этапов, соответствующих последовательности выполняемых строительных работ. На первом этапе определяется напряженно-деформированное состояние грунтов в естественном состоянии. На втором этапе расчета полученные на первом этапе перемещения в грунтах обнуляются, т. е. перемещения системы определяются от положения грунтовой среды на начало строительства причала. Далее производится дополнительная подсыпка грунта для крепления анкерной стенки и определяется напряженно-деформированное состояние измененного грунтового массива. На третьем этапе производится расчет системы после возведения причальной и анкерной стенок и анкеров. На четвертом этапе рассчитывается система после засыпки грунта до уровня анкеров. На пятом этапе выполняется расчет полностью построенного причала без действующей нагрузки. На последнем шестом этапе определяется окончательное напряженно-деформированное состояние системы от действия на нее всех нагрузок, показанных на рисунке 2. В результате для каждого из шести этапов получены различные эпюры и графики, характеризующие напряжения, деформации и перемещения различных элементов системы. Рассмотрим некоторые из них только для последнего шестого этапа нагружения.

На рисунке 4 стрелками показаны общие перемещения узловых точек системы. Их длина в некотором масштабе представляет величину этих перемещений. Наибольшее из них равно 0,51 м.

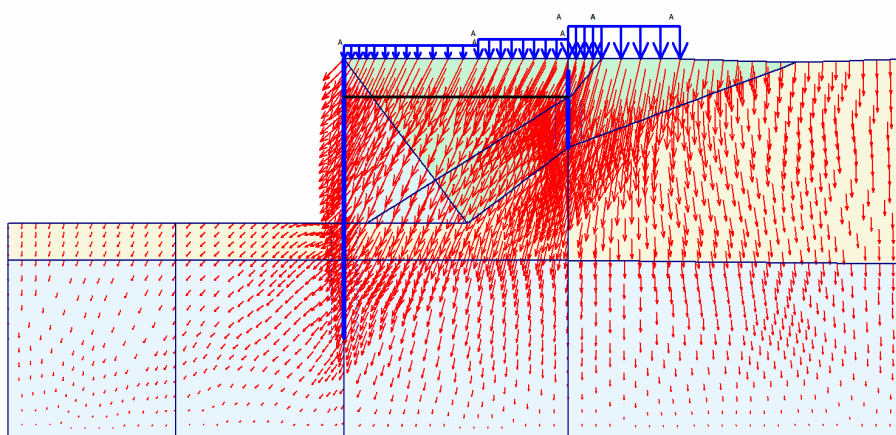


Рис. 4. Обице перемещения точек системы

На рисунке 5 приведена эпюра горизонтальных перемещений системы. Наибольшее перемещение получила шпунтовая стенка ниже анкера, оно равно $-0,23$ м. Справа на рисунке приведена масштабная линейка. Показанные на ней размеры даны в метрах.

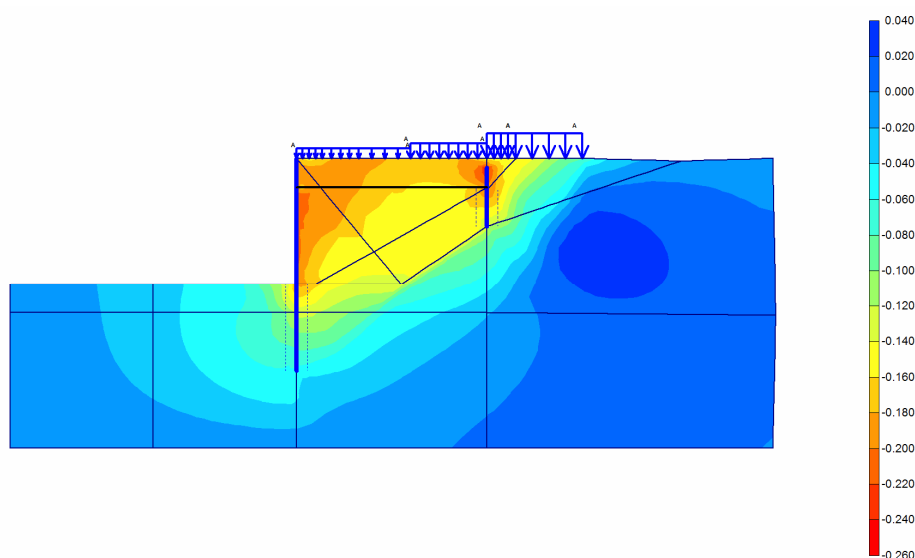


Рис. 5. Эпюра горизонтальных перемещений системы

Эпюры полных и касательных напряжений в системе показаны соответственно на рисунке 6 и рисунке 7. Наибольшее полное напряжение, равное $299,7 \text{ кН/м}^2$, возникает в грунте около нижней части стенки. Наибольшие касательные напряжения в грунте расположены справа от нижней части стенки, они равны $101,28 \text{ кН/м}^2$. Размерность значений на масштабных линейках напряжений приведены в кН/м^2 .

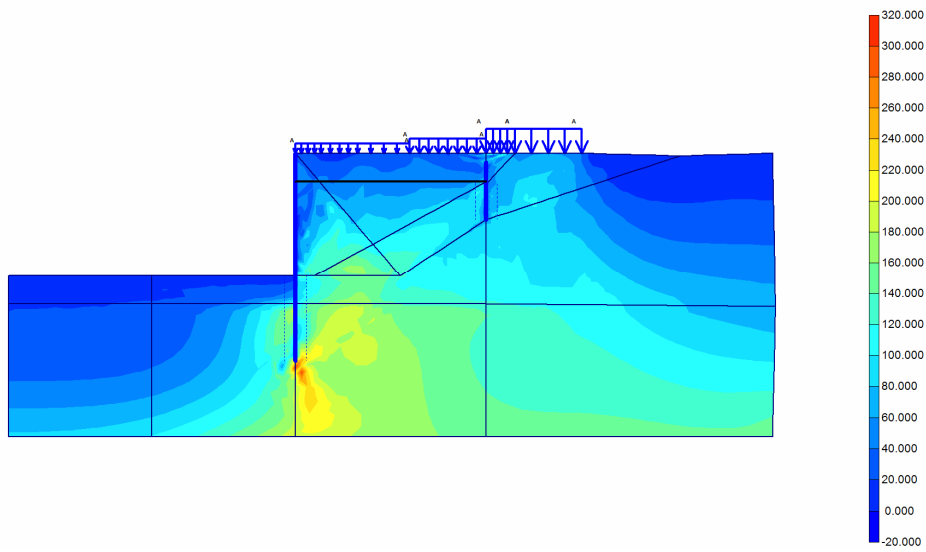


Рис. 6. Эюра общих напряжений системы

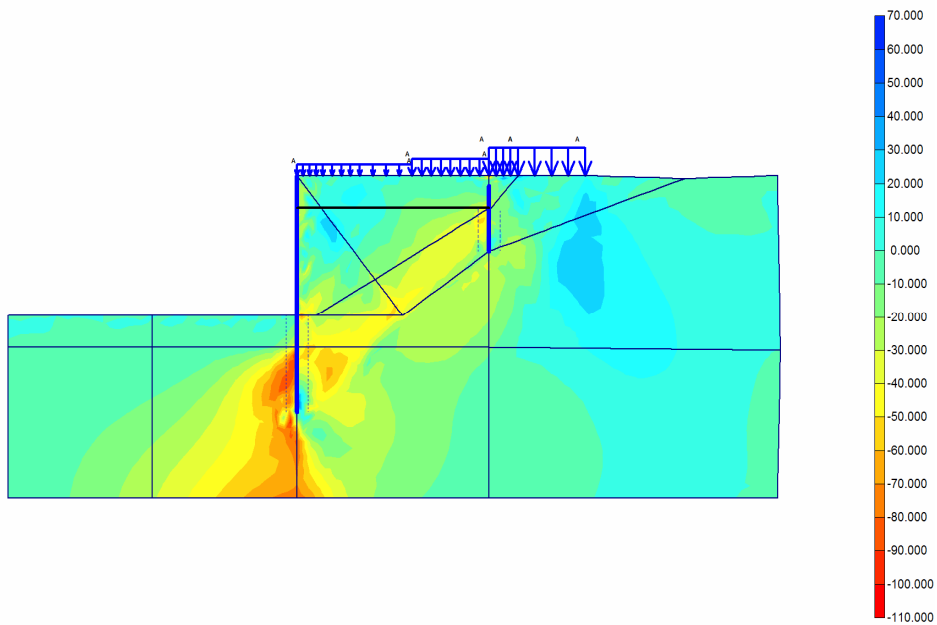


Рис. 7. Эюра касательных напряжений системы

На рисунке 8 показаны пластические зоны, возникающие в системе. Отчетливо наметилась поверхность, по которой с увеличением действующей нагрузки произойдет потеря устойчивости причала.

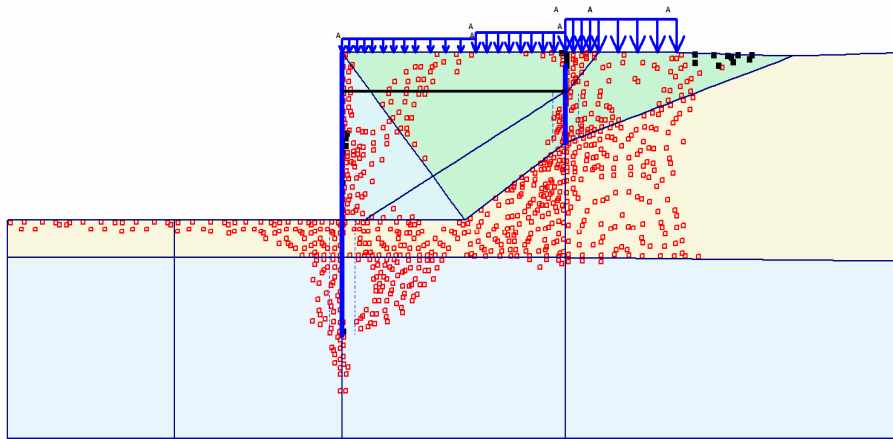


Рис. 8. Схема пластических зон в системе

На рисунке 9 приведены в увеличенном масштабе соответственно эпюры изгибающих моментов и перемещений шпунтовой стенки. Наибольшее значение момента равно 365,7 кНм, а наибольшее перемещение 0,28 м.

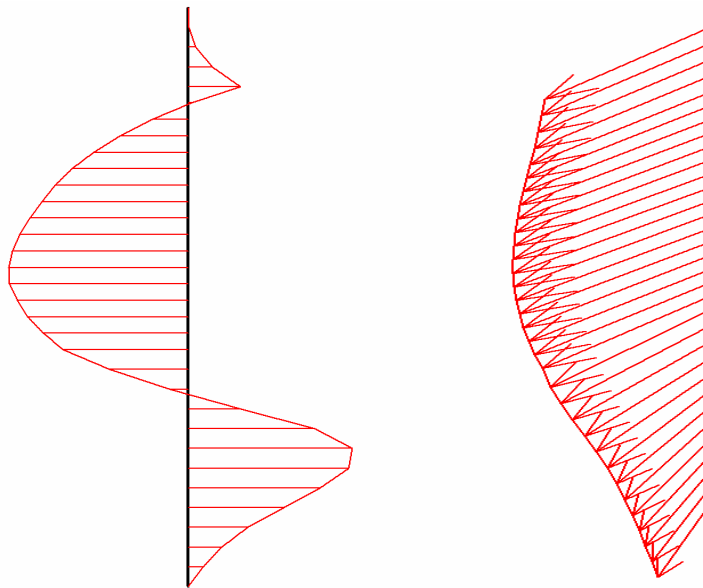


Рис. 9. Эпюры изгибающих моментов и перемещений стенки

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гришин В.А. Морские искусственные острова. Ч. 1 // Вісник ОНМУ. – № 36. – 2012. – С. 54-63.
2. Гришин В.А. Морские искусственные острова. Ч. 2 // Вісник ОНМУ. – № 2(38). – 2012. – С. 41-53.
3. Гришин В.А., Дорофеев В.С. Некоторые нелинейные модели грунтовой среды. – Одесса: Внешрекламсервис, 2007. – 310 с.

Стаття надійшла до редакції 25.09.2014

Рецензенти:

кандидат технічних наук, доцент кафедри «Теоретична та прикладна механіка» Одеського національного морського університету
Е.П. Лукаш

кандидат технічних наук, доцент кафедри «Теоретична та прикладна механіка» Одеського національного морського університету
В.В. Олейніков