

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ИЗВЕСТНЯКА-РАКУШЕЧНИКА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

*Викладена методика та результати визначення показників деформативних і міцнісних властивостей вапняка-черепашника у лабораторних умовах.*

*Are stated a technique and results of definition of parameters deformation and durability of properties shell limestone in laboratory conditions.*

**Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными практическими задачами.** В настоящее время в г. Одессе и других городах Украины значительными темпами развивается строительство зданий повышенной этажности. Такие сооружения передают на основание большие сосредоточенные нагрузки.

Чаще всего здания повышенной этажности проектируют на свайном основании, используя в качестве несущего слоя красно-бурые глины либо известняк-ракушечник. При проектировании фундаментов из буронабивных свай толщ известняков рассматривают как полускальное основание и в качестве основного показателя его свойств используют значение предела прочности на одноосное сжатие.

**Анализ последних исследований и публикаций, в которых положено начало решению данной проблемы.** Сравнение расчетных данных с результатами исследований, выполненных с понтическими известняками, свидетельствует о том, что применяемая методика не учитывает всего разнообразия факторов, влияющих на несущую способность буронабивных свай. Экспериментальные исследования этих пород на разных горизонтах штампами и буронабивными сваями [1 – 4] подтверждают неоднородность массива и изменчивость его характеристик по глубине, в связи с чем весьма актуальной задачей для Одесского региона является дальнейшее исследование известняка-ракушечника в лабораторных и полевых условиях.

**Выделение ранее не решенных частей общей проблемы, которым посвящена данная статья.** Ограничен объем данных, характеризующих сопротивление известняка-ракушечника по боковой поверхности буронабивных свай и сжатие по их подошве.

**Цель** проведенных исследований – определение сопротивления сдвигу на контакте боковой поверхности буронабивных свай с образцами

известняка-ракушечника разного генезиса, а также показателей их структурной прочности и предела прочности на одноосное сжатие.

**Изложение основного материала исследования.** Всего выполнено 10 серий опытов, каждая с образцами из одного монолита. В каждой серии испытано: а) по 7 образцов для определения предела прочности в соответствии с требованиями ДСТУ [7]; б) по 5 испытаний модельных свай для определения сил сопротивления по боковой поверхности ствола; в) по 2 – 4 испытания для определения структурной прочности известняка-ракушечника.

Сопротивление трению определяли сваями малого диаметра в лабораторных условиях. Эти исследования выполнены с соблюдением основных требований норм и стандарта [5, 6]. В качестве силовой установки был использован пресс, основными элементами которого являются две неподвижные плиты и одна подвижная, расположенная между ними. Схема силовой установки приведена на рис. 1.

Осевую вдавливающую нагрузку на сваи передавали механическим домкратом грузоподъемностью 20 кН. Домкрат устанавливали между нижней неподвижной плитой и средней подвижной.

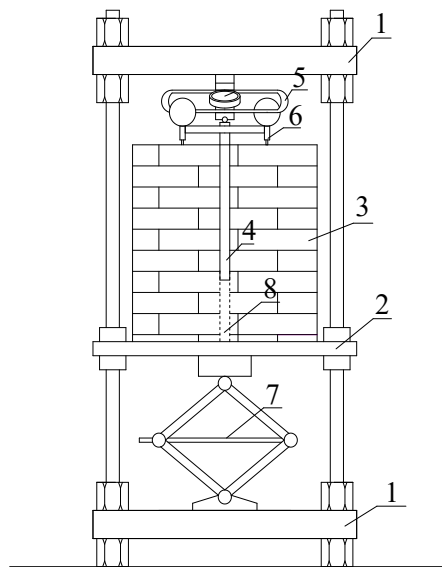


Рисунок 1 – Схема силовой установки для испытания известняка-ракушечника буронабивными сваями: 1 – неподвижная пластина; 2 – подвижная пластина; 3 – опытный образец; 4 – буронабивная свая; 5 – динамометр; 6 – индикаторы часового типа; 7 – домкрат; 8 – полость под подошвой сваи

Образец известняка-ракушечника с опытными буронабивными сваями находился между средней подвижной и верхней неподвижной плитами. Длина опытных свай принята 90, а диаметр – 21мм.

Для определения сопротивления трению по боковой поверхности модели свай бетонируют с полостью ниже их подошвы.

Загрузку свай выполняли ступенями по 500 Н. Каждая ступень нагрузки выдерживалась до стабилизации перемещений, условная величина которых принята равной 0,01 мм, в течение последних 10 минут наблюдений. За критическую принята нагрузка, при которой наблюдались незатухающие перемещения свай, так называемый «срыв».

Вертикальные перемещения свай замеряли индикатором часового типа с ценой деления 0,01 мм. По результатам замеров построены графики зависимости осадки свай от нагрузки, приведенные на рис. 2.

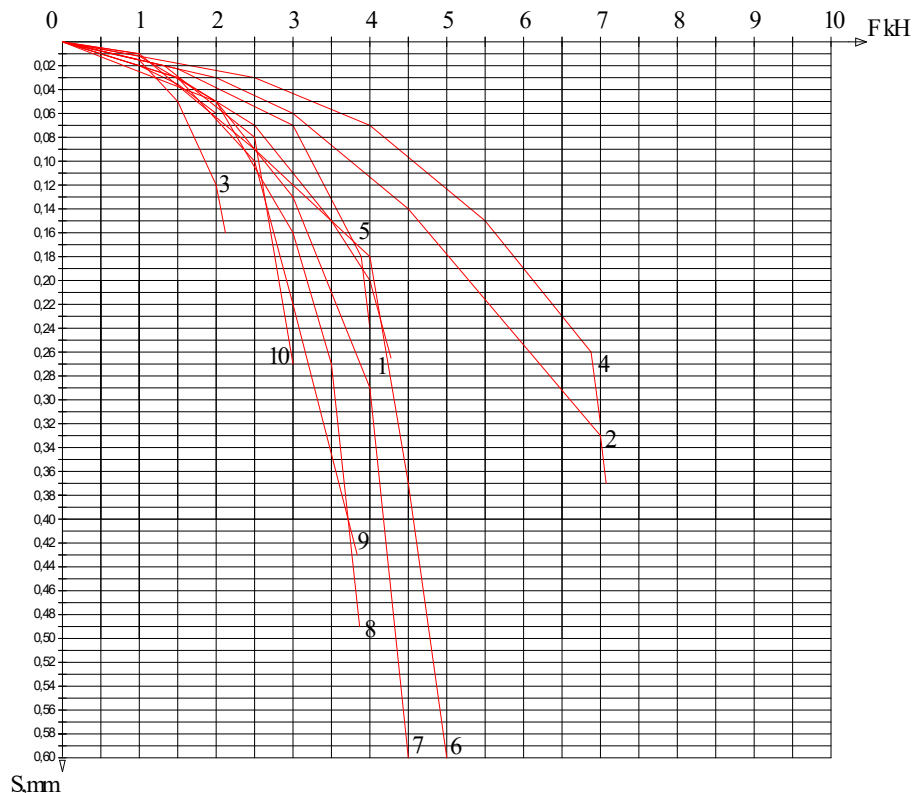


Рисунок 2 – Средневзвешенные результаты по пяти испытаниям известняка-ракушечника модельными буронабивными сваями в каждой из 10-ти серий

Из приведенных графиков видно, что при равных размерах модельных свай величина предельной нагрузки, уравновешенной прочностью связей по боковой поверхности, для разных образцов составила от 2,0 до 7,0 кН.

Структурная прочность известняка-ракушечника определена на специально усовершенствованном компрессионном приборе по методике, близкой по техническому решению к известному методу компрессионного сжатия дисперсных пород. Основным отличием этого прибора является уменьшение диаметра штампа по отношению к диаметру образца.

Опытный образец фиксировали в металлическом кольце диаметром 86 мм и высотой 25 мм. Вертикальную нагрузку передавали подвижным штампом диаметром 21 мм. Перемещения штампа измеряли двумя индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм, нагрузку в

зависимости от прочности образца прикладывали ступенями 200 – 600 Н. Схема прибора приведена на рис. 3.

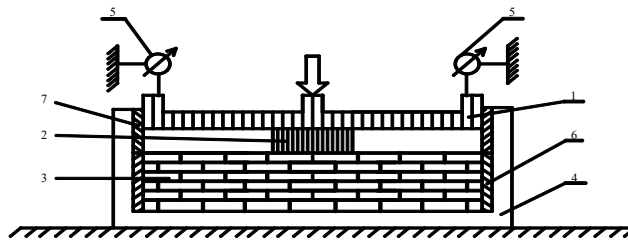


Рисунок 3 – Схема прибора для определения структурной прочности известняка-ракушечника: 1 – направляющее кольцо; 2 – штамп; 3 – образец грунта; 4 – корпус; 5 – индикатор часового типа; 6 – нижнее кольцо; 7 – верхнее кольцо

В проведенных лабораторных исследованиях полученные значения структурной прочности колеблются в пределах 2,48 – 0,53 МПа, а значения сопротивления сдвигу по боковой поверхности в пределах 0,34 – 1,18 МПа.

По данным натурных исследований [2, 3], значение структурной прочности известняков-ракушечников получено в пределах 2,7 – 1,38 МПа. Максимальные значения зафиксированы у кровли пыльного горизонта, минимальные – у подошвы известняка-ракушечника. Предельные значения сопротивления сдвигу по контакту с боковой поверхностью буронабивных свай также изменяются с глубиной. В полевых исследованиях их значения получены в пределах 0,4 – 1,56 МПа на участке длины около 2 м [4].

Таким образом, выполненные исследования показали близкую сходимость результатов, полученных в лаборатории, с результатами натурных испытаний. Основные результаты исследований известняка-ракушечника в лабораторных условиях приведены в табл. 1.

Большое значение для оценки совместной работы известняка с буронабивными сваями имеют показатели прочности породы. Методы определения предельной прочности по существующему стандарту [7] не отражают фактическую прочность известняка в основании подошвы свай, которая, по сути, является структурной прочностью. В данном случае структурная прочность является предельным значением давления, при котором начинается разрушение известняка в условиях всестороннего обжатия. По настоящим исследованиям значение структурной прочности в 1,05 – 3,59 раза превышает предел прочности на одноосное сжатие.

**Выводы.** 1. Сопротивление разрушению вдоль боковой поверхности ствола буронабивной сваи определяется сопротивлением известняка-ракушечника срезу. По результатам выполненных исследований величина сопротивления составила от 0,34 до 1,18 МПа и зависит от генетических особенностей известняка-ракушечника. По результатам полевых исследований эти показатели составляют от 0,4 до 1,56 МПа.

**Таблица 1 – Основные результаты исследования известняка-ракушечника**

№ образца	Предел прочности по боковой поверхности свай $R, \text{Н}$	Сопротивление сдвигу по боковой поверхности свай $f, \text{МПа}$	Нагрузка под пятой штампа $R, \text{Н}$	Структурная прочность $R_{\text{стр}}, \text{МПа}$	Предел прочности при одноосном сжатии $R, \text{МПа}$
1	4000	0,67	183	0,53	0,39
2	7000	1,18	858	2,48	2,19
3	2000	0,34	595	1,72	0,48
4	6800	1,15	560	1,62	0,46
5	3800	0,64	329	0,95	0,90
6	5150	0,87			1,55
7	4500	0,76			1,82
8	3850	0,65			0,94
9	3600	0,61			1,10
10	3000	0,51			1,27

2. Срез по известняку-ракушечнику вдоль боковой поверхности испытанных моделей свай произошёл при перемещениях ствола от 0,12 до 0,6 мм.

3. По результатам проведенных исследований величина структурной прочности известняка-ракушечника составила 0,53 – 2,48 МПа, а по данным полевых исследований на разных горизонтах от 1,38 до 2,7 МПа.

4. Для известняка-ракушечника сопротивление срезу по боковой поверхности буронабивных свай, определенное в натуре и лабораторных исследованиях, имеет близкое совпадение.

5. Величины прочностных характеристик образцов из одного образца известняка-ракушечника имеют значительные отличия, что свидетельствует о неоднородности этого основания, которую необходимо учитывать при расчете и проектировании буронабивных свай.

### *Литература*

1. Новский В.А. Исследование прочностных и деформативных свойств известняка-ракушечника в лабораторных условиях / В.А. Новский // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса: ОДАБА, 2008. – Ч. 2. Вип. 29. – С. 289 – 294.

2. Колесников Л.И. Экспериментальное исследование несущей способности буронабивных свай в основании здания Одесского театра оперы и балета / Л.И. Колесников, Ю.Ф. Тугаенко, Р.Н. Кодрянова, В.М. Карпюк, В.А. Ильичев, П.А. Коновалов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2000. – № 5. – С. 23 – 29.

3. Тугаенко Ю.Ф. Прочность и сжатие понтических известняков / Ю.Ф. Тугаенко, А.П. Ткалич, А.А. Паламарчук, А.Р. Гевондян // Вестник Одесской государственной академии строительства и архитектуры. – Одесса: ОГАСА, 2004. – Вып. 16. – С. 206 – 211.

4. Тугаенко Ю.Ф. Напряженно-деформированное состояние буронабивных свай и их основания, сложенного понтическими известняками/ Ю.Ф. Тугаенко, А.П. Ткалич, В.А. Новский // Проблемы механики грунтов и фундаментостроения в сложных грунтовых условиях: тр. междунар. науч.-техн. конф. – Уфа, 2006. – Т. 1. – С. 137 – 142.

5. ДСТУ Б.В.2.1-1-95 (ГОСТ 5686-94). Грунти. Методи польових випробувань палями / Держкомітет у справах містобудування і архітектури. – К., 1997. – 58 с.

6. СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты. – М.: Госстрой СССР, 1986. – 45 с.

7. ДСТУ Б В.2.1.-4 – 96. Грунти . Методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформативності. – К.: Держ. комітет України у справах містобудування і архітектури, 1997. – 53 с.