

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАТИВНЫХ
СВОЙСТВ ИЗВЕСТНЯКА – РАКУШЕЧНИКА
В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

Новский В. А., (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса*)

Изложены методика и результаты комплексного определения показателей деформативных и прочностных свойств известняка – ракушечника в лабораторных условиях.

При возведении зданий повышенной этажности с устройством многоуровневых подземных паркингов в условиях Одесского региона возникает необходимость в использовании в качестве оснований понтических известняков, представленных многометровой толщиной биохимических, осадочных пород различного генезиса. В настоящее время их строительные свойства изучены еще недостаточно.

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.

Сравнение расчетных данных с результатами исследований, выполненных с понтическими известняками, свидетельствуют о том, что применяемая методика не учитывает всего разнообразия факторов, влияющих на несущую способность буронабивных свай. Ограничен объем данных, характеризующих сопротивление известняка-ракушечника по боковой поверхности буронабивных свай и сжатие по их подошве.

Проведенные экспериментальные исследования этих пород на разных горизонтах штампами и буронабивными сваями [1; 2; 3; 4] подтверждают сложность изучаемой среды и изменчивость их характеристик по глубине, в связи с чем, весьма актуальной задачей для Одесского региона является дальнейшее изучение известняка-ракушечника в лабораторных и полевых условиях.

Целью проведенных исследований являлось 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.

Соппротивление 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.

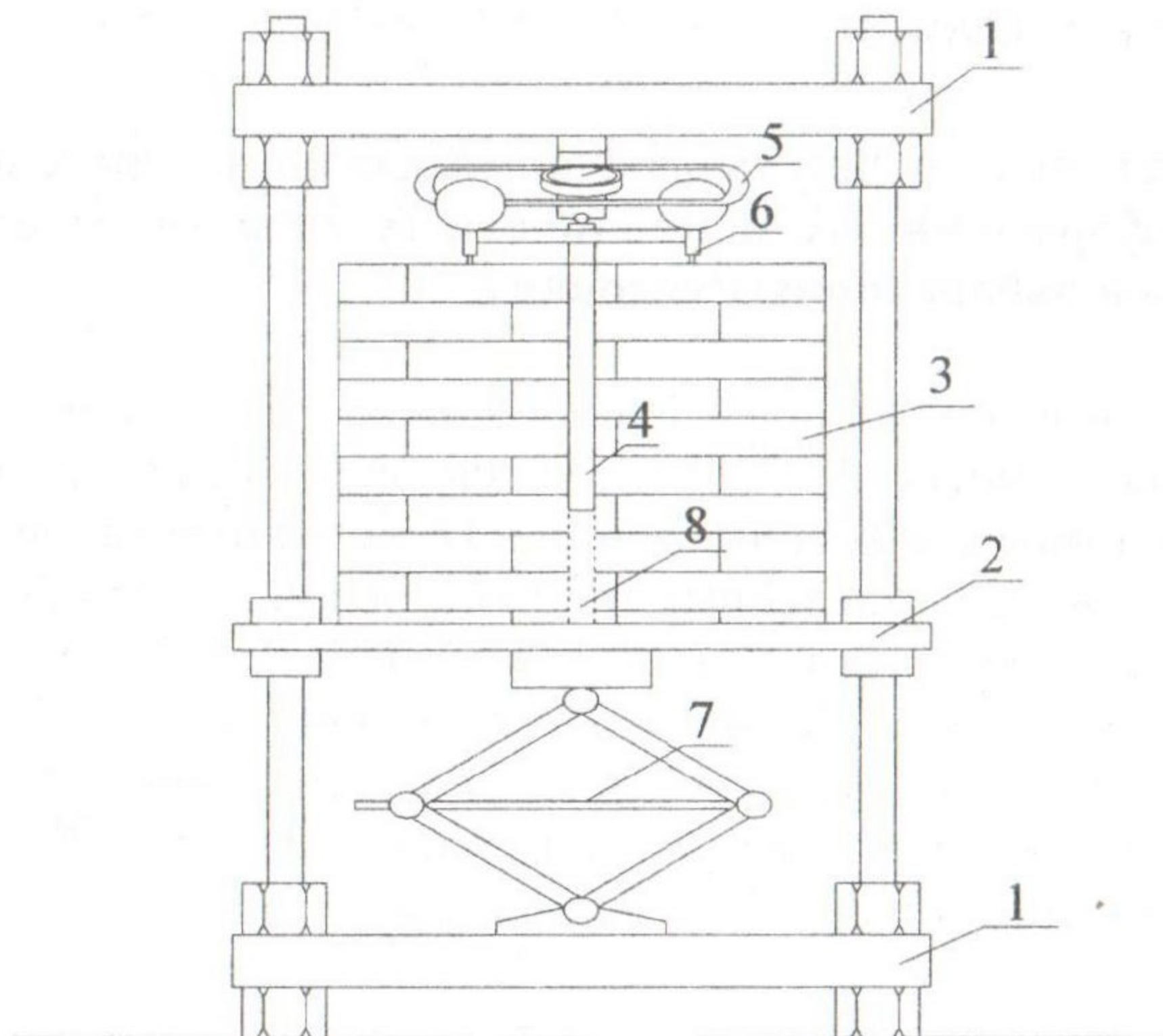


Рис. 1. Схема силовой установки для испытания известняка-ракушечника буронабивными сваями: 1- неподвижная пластина; 2 - подвижная пластина; 3 – опытный образец 4 - буронабивная свая; 5 - динамометр; 6 - индикаторы часового типа; 7- домкрат; 8 – полость под подошвой сваи.

Осевую вдавливающую нагрузку на сваи передавали механическим домкратом грузоподъемностью 20 кН. Домкрат устанавливали между нижней неподвижной плитой и средней - подвижной. 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 бетонировали с полостью ниже их подошвы.

Загрузку свай выполняли ступенями по 1,0 и 0,5 кН. 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 измеряли индикатором часового типа с ценой деления 0,01 мм. По результатам замеров построены графики зависимости осадки свай от нагрузки.

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 прикладывали ступенями, равными 20 - 60 Н.

Выполнено 5 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. Результаты исследований приведены в табл. 1.

По результатам испытания каждой сваи построены графики зависимости осадки от нагрузки. Нагрузку к сваям прикладывали ступенями до «срыва» по боковой поверхности. Начало «срыва» зафиксировано при перемещениях от 0,11 до 0,38 мм.

«Срыв» характеризуется разрушением известняка на контакте жесткого сопряжения боковой поверхности сваи с окружающей породой, образовавшегося при заполнении цементным раствором неровностей на поверхности стенок скважины.

При равных размерах модельных свай величина предельной нагрузки, уравновешенной прочностью связей по боковой поверхности, для разных образцов составила от 2,5 до 8 кН. Осредненные графики зависимости осадки от нагрузки приведены на рис. 2.

По результатам натурных исследований [2; 3] установлена изменчивость свойств по глубине в пределах толщи Понтических известняков. Значение структурной прочности получено в пределах 2,7...1,38 МПа. Максимальные значения зафиксированы у кровли пильного горизонта, минимальные – у подошвы.

Пределные значения сопротивления сдвигу по контакту с боковой поверхностью буронабивных свай также изменяется с глубиной. В проведенных исследованиях их значения получены в пределах 0,4...1,56 МПа на участке длины около 2 м [4].

Таблица 1

Основные результаты исследования известняка-ракушечника

№ образца	№ сваи	Предел прочности по боковой поверхности сваи F, кН.		Сопротивление сдвигу по боковой поверхности сваи f, МПа		Нагрузка под пятой штампа P, Н.		Структурная прочность P _{стр} МПа		Предел прочности при одноосном сжатии R, МПа
		Ед.	Ср.	Ед.	Ср.	Ед.	Ср.	Ед.	Ср.	
1	1.1	350	4,0	5,9	0,67	16,6	183	4,8	0,53	0,39
1	1.2	350		5,9		23,8		6,9		
1	1.3	400		6,7		16,6		4,8		
1	1.4	550		9,3		16,6		4,8		
1	1.5	450		7,6						
2	2.1	1000	7,4	16,8	1,25		858		2,48	2,19
2	2.2	500		8,4						
2	2.3	500		8,4		85,8		24,8		
2	2.4	900		15,1						
2	2.5	800		13,5						
3	3.1	300	2,4	5,1	0,4	45,3	595	13,1	1,72	0,48
3	3.2	200		3,4		74,0		21,4		
3	3.3	300		5,1		59,5		17,2		
3	3.4	150		2,5						
3	3.5	250		4,2						
4	4.1	1000	6,8	16,8	1,14	55,0	560	15,9	1,62	0,46
4	4.2	400		6,7		57,1		16,5		
4	4.3	600		10,1						
4	4.4	800		13,5						
4	4.5	600		10,1						
5	5.1	400	3,8	6,7	0,64	3,8	329	11,0	0,95	0,90
5	5.2	400		6,7		31,1		9,0		
5	5.3	450		7,6		38,1		11,0		
5	5.4	250		4,2		23,9		6,9		
5	5.5	400		7,7						

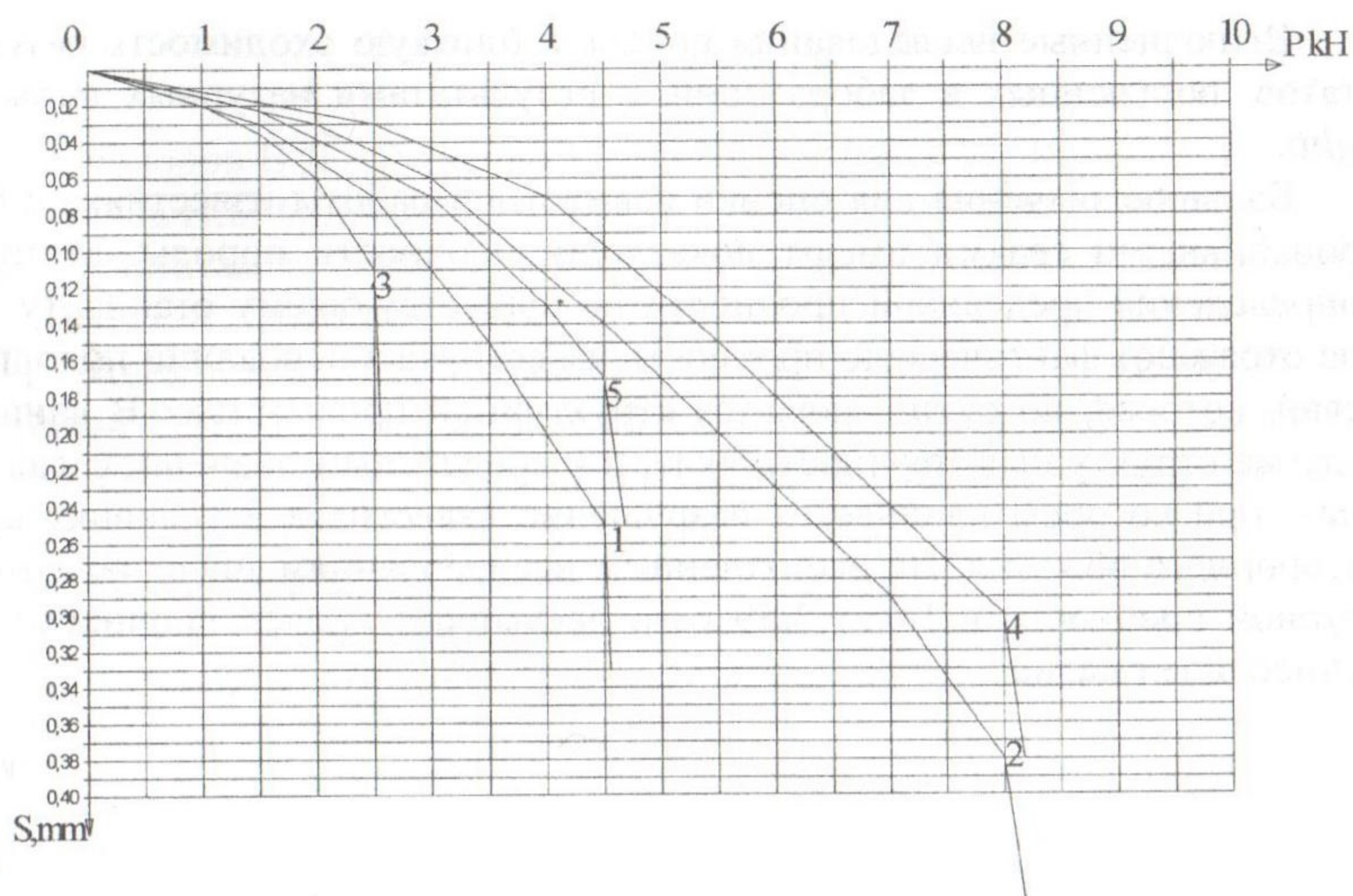


Рис. 2. Средневзвешенные результаты исследований известняка – ракушечника модельными буронабивными сваями по сериям 1-5.

В проведенных лабораторных исследованиях с образцами, отобранными на разных горизонтах, полученные значения структурной прочности колеблются в пределах 0,53...2,48 МПа, а значения прочности по боковой поверхности в пределах 0,4...1,25 МПа. Результаты этих исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2
Физико-механические характеристики исследуемых образцов известняка-ракушечника.

№ моно-лита	Плотность ρ , г/см ³	Предел прочности одноосному сжатию R, МПа	Структурная прочность R_{str} МПа	Сопротивление срезу f, МПа
1	1,09	0,39	0,53	0,67
2	1,41	0,22	2,48	1,25
3	1,39	0,48	1,72	0,4
4	1,44	0,45	1,62	1,14
5	1,45	0,90	0,95	0,64

Выполненные исследования показали близкую сходимость результатов, полученных в лаборатории, с результатами натурных испытаний.

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 сваи, 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 выполненным 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 0,4 до 1,25 МПа и зависит от генетических особенностей известняка-ракушечника. По результатам полевых исследований эти показатели составляют от 0,4 до 1,56 МПа.

2. Срез по известняку-ракушечнику вдоль боковой поверхности испытанных моделей свай произошел при перемещениях ствола от 0,1 до 0,4 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.

Литература

1. Холодов В.Д., Тугаенко Ю.Ф., Марченко М.В., Карпюк Ф.Р., Ефремченков Н.Б. Оценка строительных свойств известняка-ракушечника по результатам полевых испытаний штампом. Будівельні конструкції. Випуск 63. К.: НДІБК. - 2005. - С. 288-290.

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

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

4. Тугаенко Ю.Ф., Ткалич А.П., Новский В.А. Напряженно- деформированное состояние буронабивных свай и их основания, сложенного понтическими известняками. Проблемы механики грунтов и фундаментостроения в сложных грунтовых условиях. Том 1. Труды международной научно-технической конференции. г. Уфа, 2006.- С. 137 – 142.

5. ДСТУ Б.В.2.1-1-95 (ГОСТ 5686-94). Грунти. Методи польових випробувань палями. Держкомитет 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 (ГОСТ 12248 – 96) Держ. Комітет України у справах міцності будування і архітектури. Київ: – 1997. – 53 с.