

## ПРОЧНОСТЬ И СЖИМАЕМОСТЬ ПОНТИЧЕСКИХ ИЗВЕСТНЯКОВ

Тугаенко Ю.Ф., Ткалич А.П. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры), Паламарчук А.А. (ООО «Элитстрой»), Гевондян А.Р. (ООО «Відбудова»)

Изложены результаты экспериментальных исследований деформативных свойств понтических известняков в полевых условиях с целью экспериментального обоснования возможности их использования в качестве естественного основания фундаментной плиты 22-этажного дома в г. Одессе.

В пределах Одесского региона лессовая толща подстилается понтическими известняками, мощность которых колеблется от 8 до 14 м. Максимальная глубина их залегания 22...24 м., а на некоторых участках кровля достигает отметок дневной поверхности. Известняки, во многих случаях, используются в качестве несущего слоя для свай и свайных фундаментов. Их предельная прочность, как правило, оценивается по результатам лабораторных испытаний образцов.

Полевыми методами прочностные и деформативные свойства известняков практически не изучены. В единичных исследованиях определены значения их показателей на отдельных отметках толщи [1].

Повышение этажности зданий, сопровождаясь увеличением нагрузок на основание, требует исследований прочностных и деформативных свойств всей толщи понтических известняков с целью их использования в качестве естественного основания или несущего слоя для свайных фундаментов.

Целью исследований являлось изучение строительных свойств понтических известняков по глубине, опытными штампами в условиях их природного залегания и после кратковременного замачивания.

Опытные работы выполнены в котловане, на участке по ул. Генуэзской № 1, в г. Одессе. Под возводимое здание высотой 22 этажа надземной части и 2 подвальных этажа разработан котлован глубиной около 8 м. – 0,5 м ниже отметки кровли толщи известняков. Ниже подошвы фундаментной плиты залегают следующие ИГЭ: 7.



Известняк желтовато-охристый, перекристаллизованный, состоит из мелких и средних фракций дресвы с глинистым заполнителем. Внутри слоя, вблизи его подошвы залегает крупноплитчатый, перекристаллизованный известняк ракушечник мощностью около 0,8 м. 8. Известняк-ракушечник «пильный» – 5,4...5,8 м. 9. Известняк слоистый, белый, водонасыщенный – 1,2...1,45 м. 10. Глина зеленовато-серая, меотическая, в кровле с охристыми пятнами и линзами песка, полутвердая. Пройденная глубина до 5 м. По имеющимся данным ее мощность в пределах Одессы составляет от 30 до 40 м. Геологический разрез в пределах разведанной глубины представлен на рис. 1.

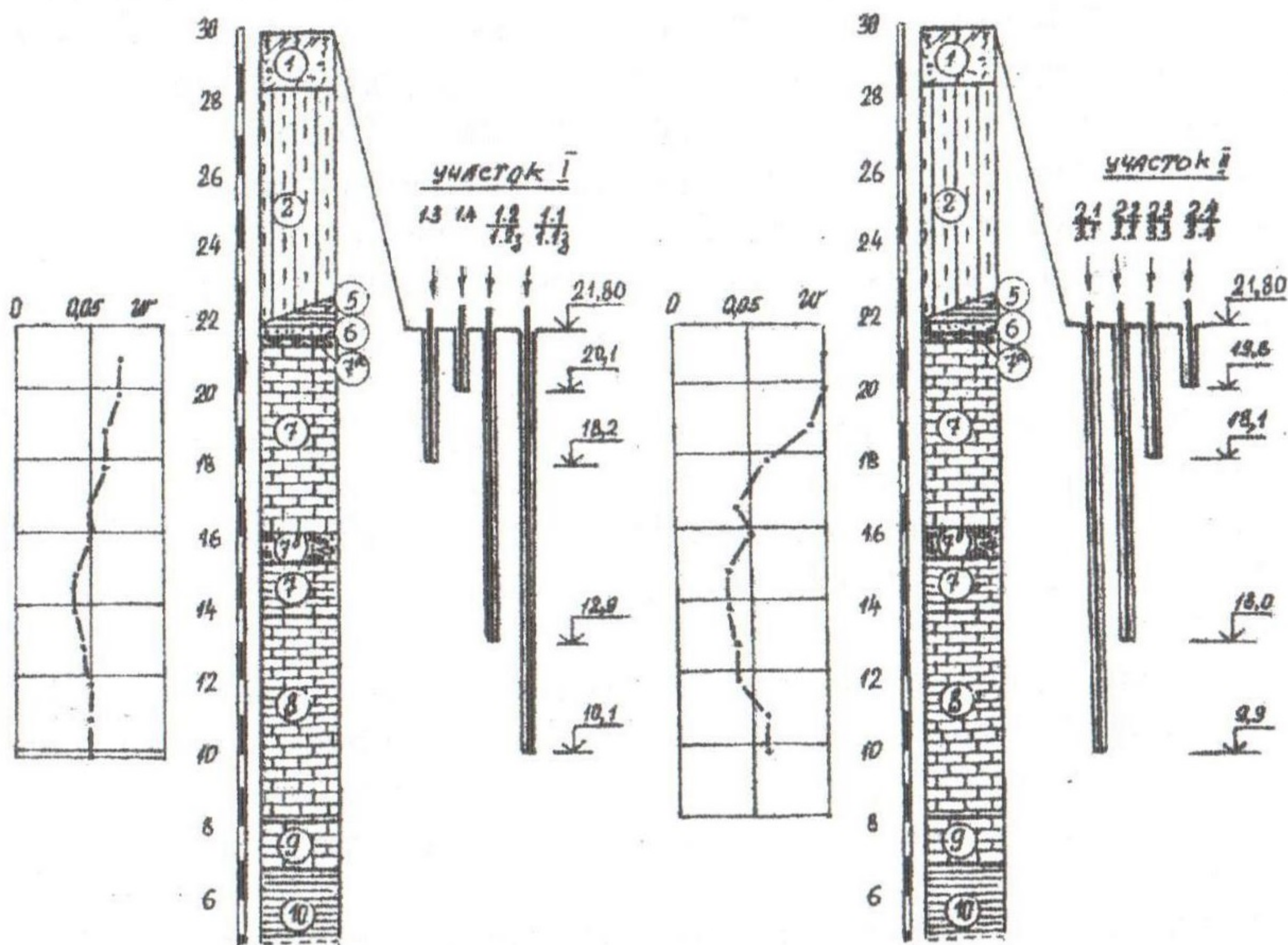


Рис. 1. Схема высотной установки опытных штампов. На графиках приведены значения природной влажности

Опытные работы выполнены на двух участках, расположенных в торцах противоположных сторон фундаментной плиты. На каждом участке проведены исследования штампами в скважинах диаметром 300 мм, на четырех горизонтах, в пределах ИГЭ 7 и 8. Схема установки штампов приведена на рис.1. Принятая методика



испытаний потребовала разработки и изготовления нестандартной оснастки и специальной подготовки забоя скважин для надежного сопряжения его поверхности с подошвой штампа. Штампом служила стойка повышенной жесткости, состоящая из трубы диаметром 210 мм внутри которой помещено коробчатое сечение из двух швеллеров, после монтажа, которых к торцам трубы приварены днища – круглые пластины толщиной 20 мм.

Сопряжение подошвы штампа-стойки с поверхностью забоя скважины обеспечивалось цементным раствором. После зачистки забоя в скважину опускался пластичный цементный раствор. Производилось его перемешивание с остатками шлама и подъем смеси на поверхность для дополнительного перемешивания с добавлением цемента. После повторной подачи раствора – в скважину опускалась стойка, нижний торец которой опирался на свежий цементный раствор. Количество раствора дозировалось с таким расчетом, чтобы его толщина ниже подошвы стойки составляла около 10 см. Подошва цементного раствора, после его твердения служила подошвой штампа.

В первой серии исследований на первом участке выполнено четыре испытания на породах природной влажности и два испытания повторно, после замачивания основания ниже подошвы штампов.

На втором участке выполнены две серии исследований (2<sup>я</sup> и 3<sup>я</sup>). Во второй серии давления регламентировались величиной осадки. Значение его не должно было превышать структурной прочности, при которой начинается процесс разрушения структурных связей, сопровождающийся уплотнением породы. За критерий принята величина осадки около 1 мм.

Третья серия испытаний проведена после кратковременного замачивания основания. Вода подавалась через проем в верхней части стойки и выливалась через отверстия в трубе, расположенные на 0,2 м выше подошвы стойки. Объем исследований, и расход воды приведены в таблице 1.

Нагрузка на штампы-стойки создавалась домкратами ДГ-100. Опорная балка крепилась к двум анкерным сваям. Схема измерительно-силовой установки приведена на рис. 2.

Каждая ступень нагрузки выдерживалась до условной стабилизации. Характерной особенностью процесса развития деформаций в породах с жесткими кристаллическими связями являлся кратковременный период стабилизации, что позволило сократить длительность проведения экспериментов.



## Объем и цели исследований

№ уч-ка	Серия	Индекс опытов	Определение $r_{стр}$ и $E$	Замачивание	
				Суток	$m^3$
I	1	1.1 ... 1.4	$r_{стр}$ и $E$	-	-
	1,з	1.1з; 1.2з	Тоже после замачивания	1,0	0,35
II	2	2.1 ... 2.4	$r_{стр}$	-	-
	3	3.1 ... 3.3 3.4	$r_{стр}$ и $E$ после замачивания	3,0 3.0	1,0 0,45

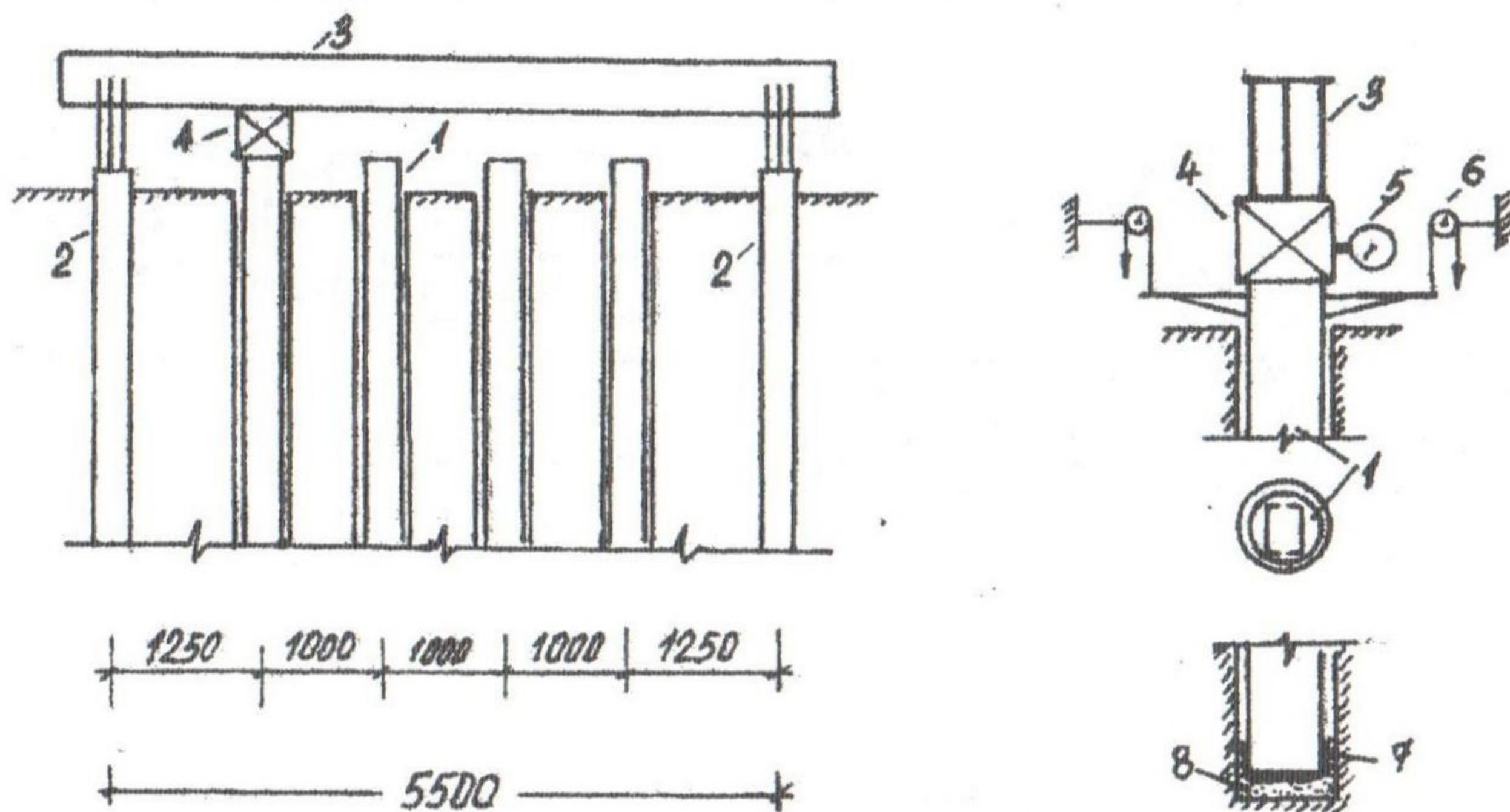


Рис. 2. Схема испытательного комплекса. 1. Стойка – штамп. 2. Анкерные сваи. 3. Опорная балка. 4. Домкрат. 5. Манометр. 6. Прогибомеры. 7. Полиэтиленовая пленка. 8. Цементный раствор

Измерение перемещений штампов – стоек производилось в их верхней части. Поэтому, при обработке результатов измерений вычиталась величина их упругого сжатия. Упругие деформации основания практически отсутствовали. Их величина составляла менее одного процента от общей величины осадки.



В основном, понтические известняки представлены двумя генетическими типами горных пород: ИГЭ – 7 и 8. Инженерно-геологический элемент №7 представляет собой крупнообломочные фракции известняка - ракушечника с размерами 2...5 см., разделенных прослойками глинистого заполнителя. Вблизи кровли и подошвы слоя залегают слои плитчатого перекристаллизованного известняка – ракушечника мощностью 0,4...0,8 м., размеры фракций которого составляют десятки сантиметров (7<sup>а</sup> и 7<sup>б</sup>).

Известняк-ракушечник – ИГЭ-8, получивший название «пильный» в результате его разработки выпиливанием в подземных выработках, для нужд первых строителей города. Этот слой состоит из скоплений ракушек, сцементированных жесткими малорастворимыми кристаллическими связями.

Основные результаты исследований представлены на рис. 3 и в таблице 2.

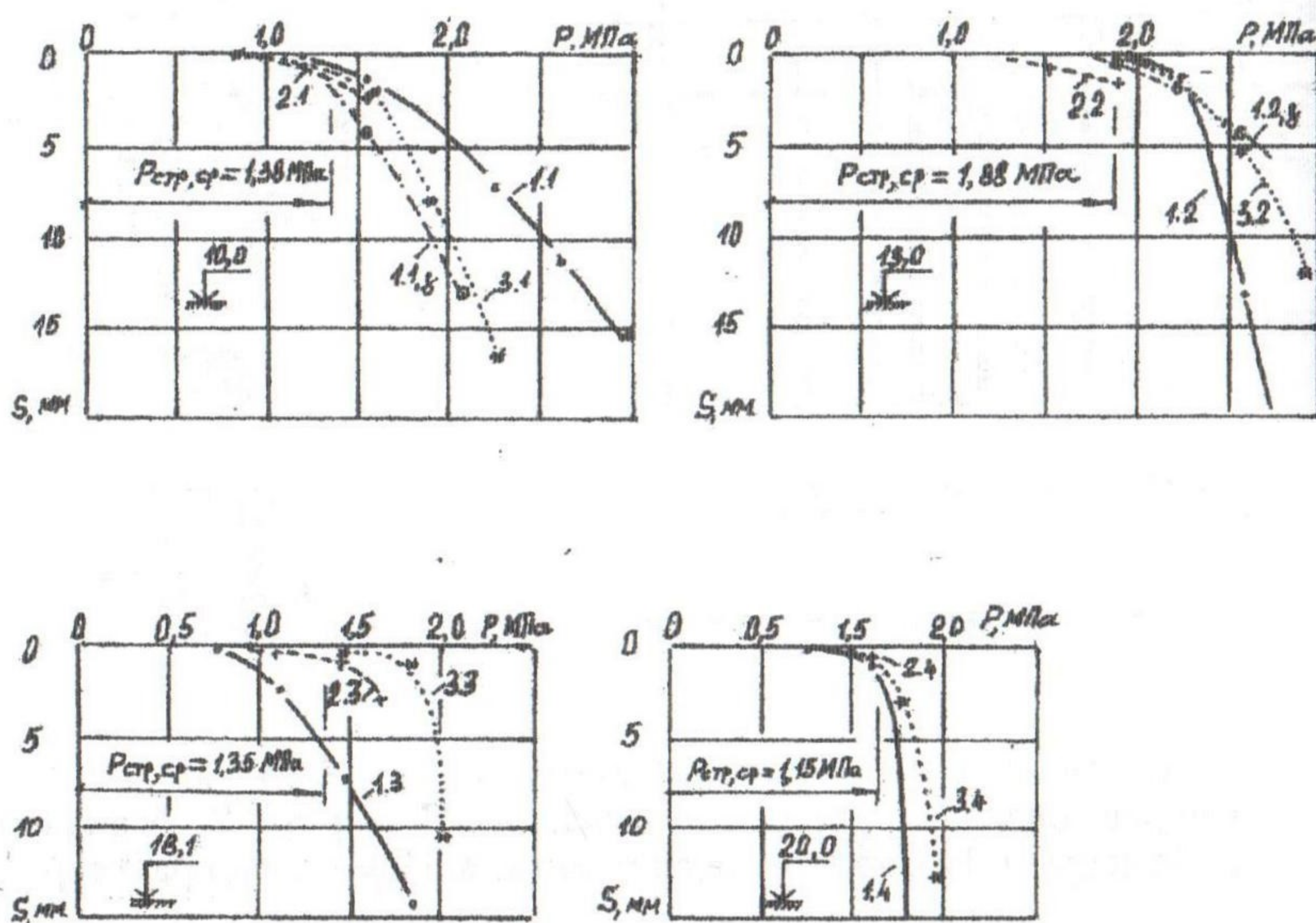


Рис. 3. Основные результаты выполненных исследований

Строительные свойства пород понтических известняков зависят от их строения. В перекристаллизованном известняке (ИГЭ-7) прочностные и деформативные свойства определяют прослойки



глинистого заполнителя. Значения структурной прочности и сжимаемости в пределах этого слоя повышаются с глубиной (рис.3 и табл.2). Структурная прочность известняка-ракушечника (ИГЭ-8) определяется прочностью кристаллизационной связности. Ее значение уменьшается с глубиной и вызвано, по-видимому, условиями образования накоплений с изменением внешней среды во времени.

Таблица 2

Показатели прочностных и деформативных свойств известняков

№ ИГЭ	Абсол. отметки	$R_{стр}$ МПа	E, МПа в интервале давлений p, МПа		
			1,5...2,0	2,0...2,5	2,5...3,0
7	20	1,15	5	-	-
	18	1,35	8	-	-
8	13	1,88	-	22	8
	10	1,38	20	14	-

Модуль деформации определяет деформативные свойства пород, их уплотнение в результате разрушения структурных связей. Его значение определено в интервалах давлений, превышающих структурную прочность. В породах, с большим значением структурной прочности показатели модуля деформации выше (см. табл. 2).

По результатам проведенных исследований не выявлено влияние кратковременного замачивания на строительные свойства исследуемых пород.

**Выводы**

1. Строительные свойства понтических известняков изменяются по глубине и зависят от их состава и строения.
2. Значение структурной прочности в ИГЭ-7 ниже, чем ИГЭ-8.
3. Полученные значения модуля деформации характеризуют сжимаемость известняков при давлениях, превышающих значение структурной прочности.

**Литература**

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