

*А.В. Новский, к.т.н., профессор
В.А. Новский, к.т.н., ст. препод.
В.В. Вивчарук, аспирант*

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

ИССЛЕДОВАНИЯ АНИЗОТРОПНЫХ СВОЙСТВ ИЗВЕСТНЯКА-РАКУШЕЧНИКА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Изложена методика и результаты определения предела прочности на одноосное сжатие и структурной прочности известняка-ракушечника в приборе ОИСИ-4 при различных направлениях вектора нагрузки относительно слоистости.

Ключевые слова: известняк-ракушечник, структурная прочность, анизотропия.

*О.В. Новський, к.т.н., професор
В.О. Новський, к.т.н., ст. викладач
В.В. Вивчарук, аспірант*

Одеська державна академія будівництва та архітектури

ДОСЛІДЖЕННЯ АНІЗОТРОПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВАПНЯКУ - ЧЕРЕПАШНИКУ В ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ

Викладено методику і результати визначення межі міцності на одновісний стиск і структурної міцності вапняку-черепашнику в приладі ОІБІ-4 при різних напрямках вектора навантаження щодо шаруватості.

Ключові слова: вапняк-черепашник, структурна міцність, анизотропія.

*A.V. Novskiy, Ph.D., Professor
V.A. Novskiy, Ph.D., p. teacher
V.V. Vyvcharuk, graduate student
Odessa State Civil Engineering Academy*

THE DEPENDENCES ANISOTROPIC PROPERTIES LIMESTONE IN TERMS LABORATORY

Methodology is set out and the results of determining limit firmness on uniaxial compression and the structural strength limestone in instrumentation OISI-4 at different direction vector load about a bedding.

Keywords: limestone, structural strength, anisotropic.

Введение. Широкое использование известняка-ракушечника в качестве основания различных видов фундаментов ставит перед исследователями новые задачи, решение которых позволит глубже изучить эти грунты, обладающие особыми свойствами.

Обзор последних источников исследований и публикаций. Опытных данных о строительных свойствах понтических известняков не так много. В материалах изысканий для этих пород обычно приводят сведения только о пределе прочности на одноосное сжатие. Параметры, определяющие сопротивление сжатию и сдвигу, до недавнего времени отсутствовали. Изучением этих вопросов занимается ряд ученых кафедры оснований и фундаментов ОГАСА, результаты их исследований изложены в работах [2 — 5]. Разработаны и апробированы методики определения

механических свойств известняка как в лабораторных, так и полевых условиях. Осуществляется накопление и обработка экспериментальных данных с целью формирования региональных норм.

Определение не решенных ранее частей общей проблемы. Установлено, что значение предельной нагрузки, приложенной вертикально к слоистости породы, отличается от значений, приложении нагрузки в горизонтальном направлении (вдоль слоистости). Этим можно объяснить разное значение показателей деформативных и прочностных свойств в вертикальном и горизонтальном направлениях. Но достаточно полных сведений об изменении прочностных и деформативных свойств известняков с учетом анизотропии на сегодняшний день ещё нет. Отсутствуют данные при наклонном действии нагрузки, мало изучен вопрос о влиянии размеров опытных образцов при определении механических характеристик известняка.

Постановка задачи. В проведенных исследованиях механические свойства определяли при действии нагрузки поперек, вдоль и впервые под углом 45° к слоистости. Использование при этом прибора ОИСИ-4 позволило приблизить условия деформирования известняка в лаборатории к натурным условиям.

Основной материал и результаты. Для лабораторных исследований были использованы образцы одинаковых генетических особенностей. Предел прочности на одноосное сжатие R_c определен в соответствии с действующими стандартами [1]. Эта характеристика является отношением предельной нагрузки, при которой происходит разрушение, к площади поперечного сечения образца. Форма образцов принята в виде куба с размером граней, равным 70 мм. Горизонтальные торцевые поверхности образцов были отшлифованы. Результаты испытаний при приложении нагрузки вертикально, горизонтально и под углом 45° к слоистости образцов естественной влажности по 10-ти сериям приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты определения предела прочности на одноосное сжатие

Состояние образца	Значение показателей R_c , МПа			Коэффициент анизотропии n_{a, R_c}	
	вдоль слоистости	поперек слоистости	под 45° к слоистости	$R_{c, \parallel} / R_{c, \perp}$	$R_{c, 45} / R_{c, \perp}$
1	2	3	4	5	6
Природная влажность	0,864	0,445	0,386	1,94	0,83

Из приведенных данных следует, что коэффициент анизотропии известняка-ракушечника при определении предела прочности на одноосное сжатие существенно зависит от направления нагрузки относительно напластования. Прочность породы вдоль слоистости в два раза выше, чем поперек, а под углом к слоистости 45° ниже почти на 20%.

Следует отметить, что такое различие в прочности существенно зависит от методики определения R_c , что определяется отсутствием сопротивления среды вокруг испытуемого образца. В массиве известняк-ракушечник обладает совершенно другими свойствами, что подтверждается определением структурной прочности в приборе ОИСИ-4, в котором моделируется трехосное сжатие среды. Схема прибора приведена на рис. 1, а сам прибор на загрузочном столе изображен на рис. 2.

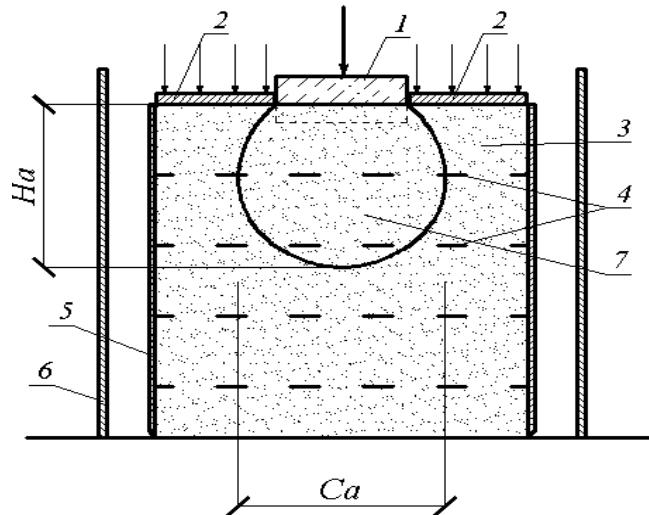


Рис. 1. Схема прибора ОИСИ-4:

1 – центральный штамп; 2 – кольцевой штамп; 3 – образец грунта;
4 – фиксаторы деформации; 5 – кольцо-грунтонос, состоящее из двух полуколец;
6 – емкость для воды или уплотнителя; 7 – зона деформации



Рис. 2. Прибор ОИСИ-4 на загрузочном столе

В приборе ОИСИ-4 под нагружаемым центральным штампом, занимающим только часть площади образца, происходит объемная деформация грунта. Испытания ведутся в условиях, близких к тем, которые

возникают при полевых исследованиях. С помощью этого прибора в лабораторных условиях можно установить осадку штампа, а также линейные и объемные параметры зоны деформации, образующейся в грунте под штампом. На основании полученных параметров можно определить структурную прочность, средний модуль линейной и объемной деформации. Одно из полуколец с фиксаторами деформаций и контурами деформированной зоны приведено на рис. 3.

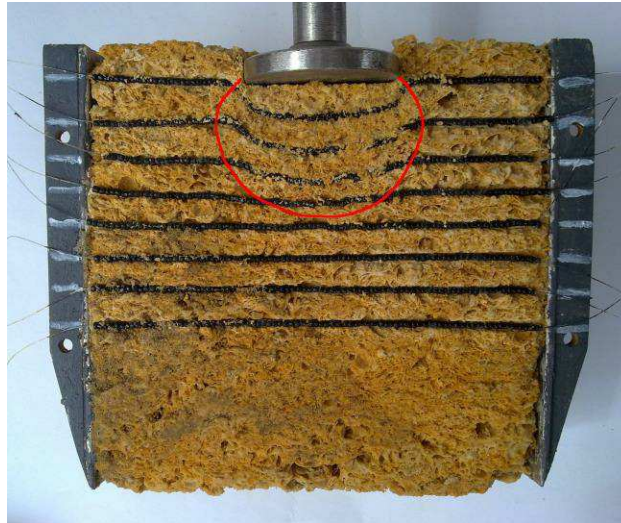


Рис. 3. Образец известняка после испытания

При планировании эксперимента было предусмотрено определение показателей сопротивления известняка-ракушечника нагрузкам для двух состояний: в воздушно-сухом и водонасыщенном. Ниже представлены графики зависимости осадки штампа от давления, полученные после обработки результатов испытаний 9-ти образцов. Из графиков, представленных на рис. 4 и 5, следует, что деформации, а следовательно и механические характеристики, зависят от угла приложения нагрузки.

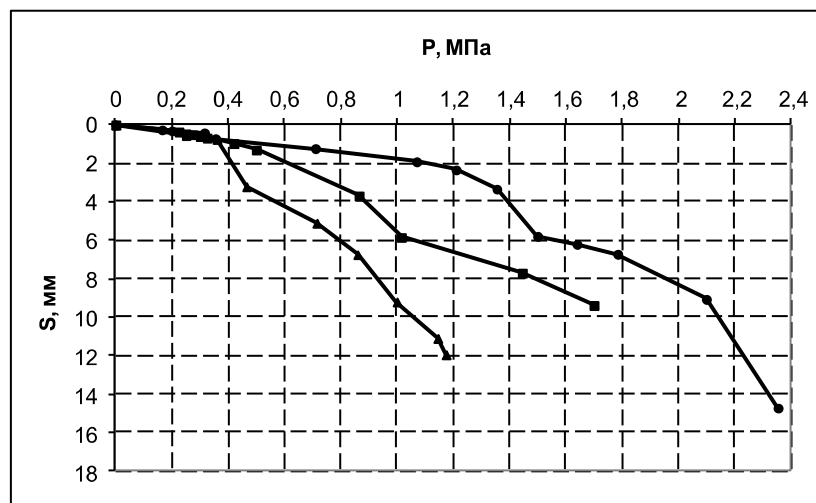


Рис. 4. Графики зависимости осадки от давления $S=f(P)$ при естественной влажности; ● — вдоль слоистости; ■ — поперёк слоистости; ▲ — под углом 45° к слоистости

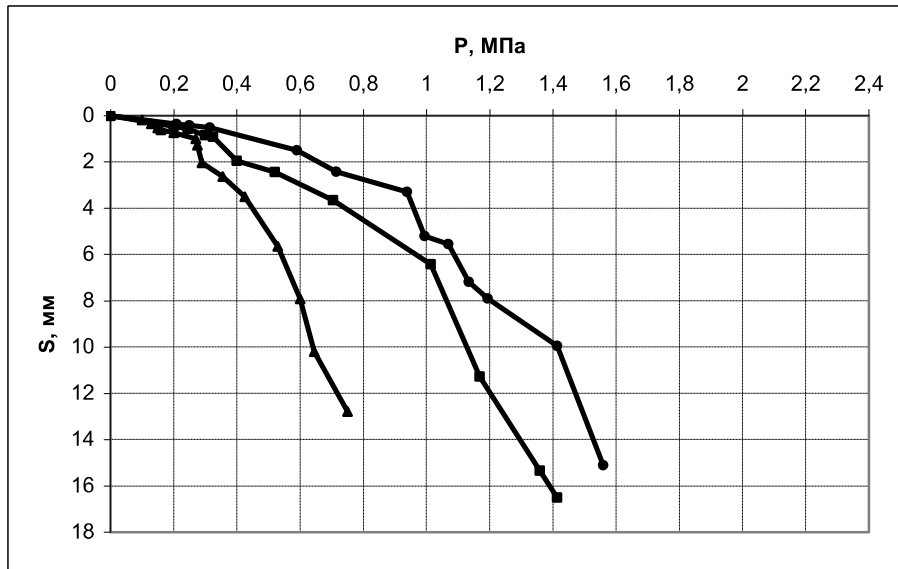


Рис. 5. Графики зависимости осадки от давления $S=f(P)$ при водонасыщении;
 ● — вдоль слоистости; ■ — поперёк слоистости; ▲ — под углом 45° к слоистости

Таблица 2. Результаты определения структурной прочности

Состояние образца	Значение показателей P_{str} , МПа			Коэффициент анизотропии Π_a, P_{str}	
	вдоль слоистости	поперек слоистости	под 45° к слоистости	$P_{str \parallel} / P_{str \perp}$	$P_{str 45} / P_{str \perp}$
1	2	3	4	5	6
Природная влажность	0,362	0,322	0,356	1,12	1,11
Полное водонасыщен.	0,334	0,318	0,237	1,05	0,75

В проведенных исследованиях неоднородность показателей предельного сопротивления оценивалась коэффициентом анизотропии, значение которого определялось отношением предельных значений показателей, полученных при испытаниях вдоль и под углом 45° к слоистости к показателям поперёк слоистости. Неоднородность среды оказывает влияние на её сопротивление при действии вертикальных нагрузок (фундаменты, сваи); горизонтальных и наклонных нагрузок (анкерные конструкции). Значения коэффициентов анизотропии приведены в табл. 1 и 2, а изменение характеристик на годографах — на рис. 6 и 7.

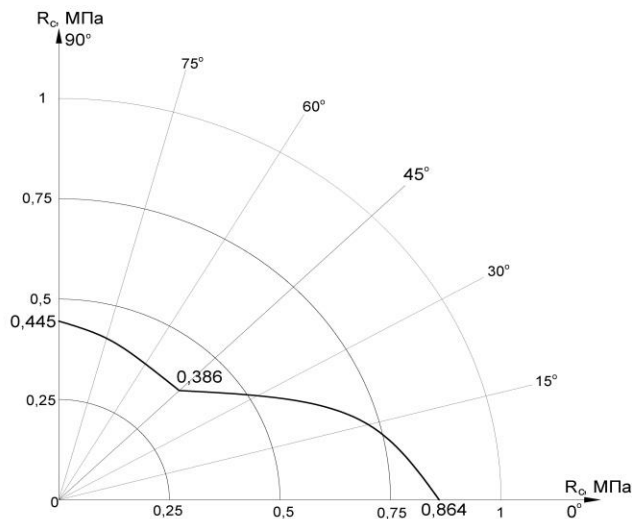


Рис. 6. Годограф предела прочности на одноосное сжатие для известняка-ракушечника при естественной влажности

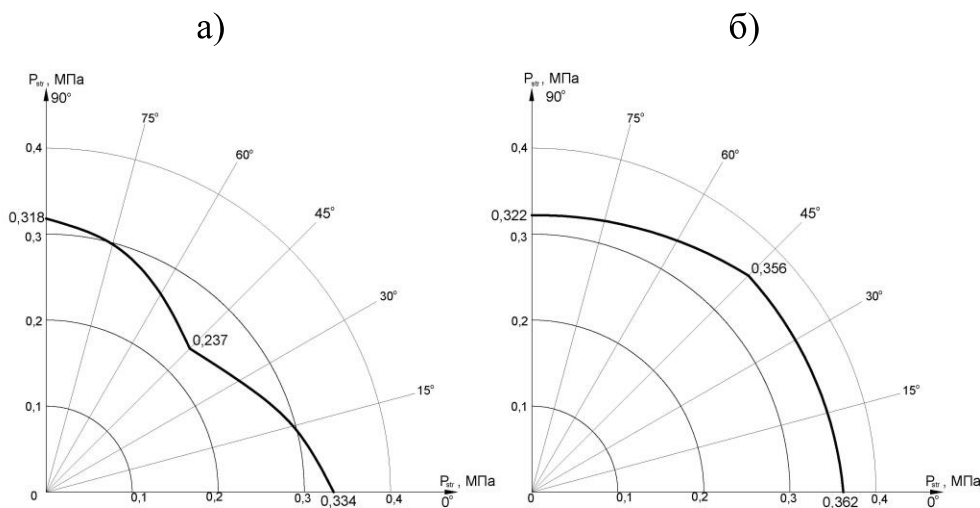


Рис. 7. Годограф структурной прочности для известняка-ракушечника в водонасыщенном (а) и сухом (б) состояниях

Выводы. Наши исследования показали, что определение механических характеристик известняка-ракушечника в лабораторных условиях следует определять в приборах, в которых моделируются реальные условия массива и происходит объемное деформирование среды. Механические характеристики известняка-ракушечника в значительной степени зависят от их анизотропных свойств, что необходимо учитывать при расчете и проектировании фундаментов.

Литература

1. ДСТУ Б В.2.1-4-96. Ґрунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформативності (ГОСТ 12248 – 96). Держ. комітет України у справах будівництва та архітектури. — К., 1997.

2. Тугаенко Ю.Ф. Развитие деформаций в основаниях фундаментов, способы их ограничения и методы оценки. — Одесса: Астропринт, 2003. — 230 с.

3. Тугаенко Ю.Ф. Прочность и сжимаемость понтических известняков. Ю.Ф. Тугаенко, А.П. Ткалич, А.А. Паламарчук, А.Р. Гевондян. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. — Випуск 16. — Одеса. — 2004.

4. Новский В.А. Исследование прочностных и деформативных свойств известняка-ракушечника в лабораторных условиях. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Випуск № 29 частина 2. Одеса, 2008. — С. 289 — 295.

5. Новский В.А. Влияние анизотропии известняка-ракушечника на его строительные свойства. Сборник научных трудов ОГАСА Морские и речные порты. Портовые сооружения. Вып. 3. Одесса, МАГВТ, 2010. — С. 46 — 50.

Надійшла до редакції 20.09.2013

© О.В. Новський, В.О. Новський, В.В. Вивчарук