

Er.5.12

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA GEOLOOGIA INSTITUUDI UURIMUSED  
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР

X

# ГЕОЛОГИЯ ПАЛЕОЗОЯ

ТАЛЛИН 1962 TALLINN

## ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ СТРУКТУРНЫМИ ТИПАМИ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД ЛЛАНДОВЕРИ \* ЭСТОНИИ

Э. А. ЮРГЕНСОН

Породы лландовери являются частью широко распространенного карбонатного комплекса коренных пород Эстонии. Как показывают проведенные в последнее время многочисленные химические анализы, около 80% карбонатных пород лландовери являются известняками и 20% — доломитами. Примесь терригенного материала в них колеблется в довольно широких пределах. В практике применяются главным образом породы с содержанием терригенного материала менее 25%, т. е. известняки, доломиты, глинистые известняки и глинистые доломиты. Исходя из этого, мы рассматриваем здесь только карбонатные породы с содержанием терригенного материала менее 25% (в основном менее 10%).

Среди известняков лландовери преобладают породы органогенные (до 63%), реже встречаются органо-хемогенные (около 20%) и обломочные породы. Из структурных типов\*\* доминируют мелкодетритовый микро- и мелкокристаллический, крупинчатый и шламмовый. Реже встречаются крупнодетритовые, биоморфные, крупнокристаллические известняки и весьма ограниченно — биогермные и конгломератовые.

Следует отметить, что органогенные породы биогермной структуры не являются однородными, особенно по физико-механическим свойствам. По своему характеру биогермные известняки могут иметь сходство либо с микро- или скрытокристаллическими, либо с биоморфными, а местами и с мелко- или крупнодетритовыми известняками. Доломиты лландовери — главным образом диагенетические; реже встречаются эпигенетические и осадочные доломиты. Преобладают доломиты мелкокристаллической структуры, но довольно часто встречаются также средне- и крупнокристаллические. Микрориспаллические доломиты встречаются очень редко.

Приступая к рассмотрению взаимоотношений между структурными типами и физико-механическими свойствами пород, мы должны отметить, что вследствие ограниченных возможностей проведения физико-механических испытаний пород здесь рассматриваются только некото-

\* В состав лландовери здесь условно включен и поркуниский горизонт.

\*\* Классификацию пород по структурным типам см. в работах Э. Юргенсон, 1959 и 1961.

рые наиболее важные из этих свойств. Следует также подчеркнуть, что физико-механические свойства пород зависят в первую очередь от их химического и минералогического состава и только во вторую — от структурных особенностей.

При изучении физико-механических свойств карбонатных пород лландовери были определены (в лаборатории Института геологии АН ЭССР) их удельный и объемный вес и проведено испытание на временное сопротивление сжатию (в лаборатории строительных материалов Таллинского политехнического института). Абсолютная пористость была рассчитана по удельному и объемному весу.

Как показали многочисленные анализы, влияние различных структурных типов сказывается в первую очередь на объемном весе пород. Основное значение здесь имеют упаковка зерен и кристаллов и пористость. При этом пористость является как структурной особенностью, так и физическим свойством породы.

Наибольший объемный вес был отмечен (рис. 1) у мелко- и микрокристаллических доломитов — 2,70—2,75 г/см<sup>3</sup>, пористость которых не превышает 10%

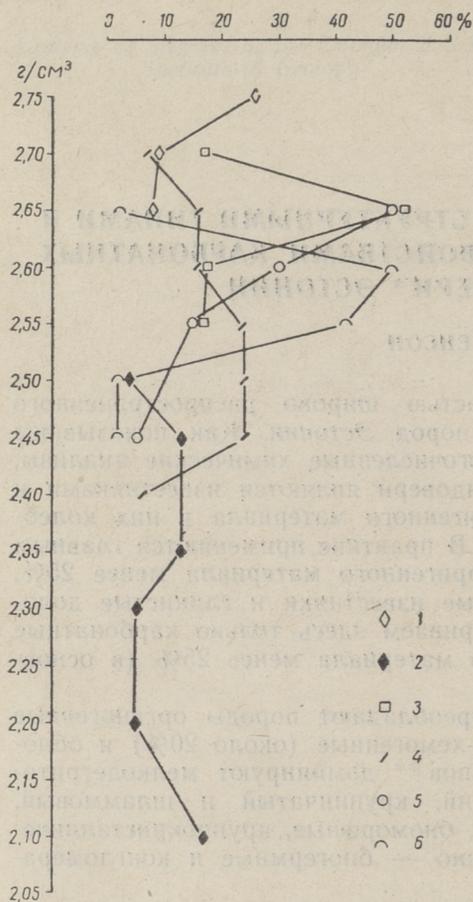


Рис. 1. Изменение объемного веса (г/см<sup>3</sup>) в зависимости от структурных типов карбонатных пород.

1 — доломит микро- и мелкокристаллический; 2 — доломит средне- и крупнокристаллический; 3 — известняк микро- и мелкокристаллический; 4 — известняк детритовый; 5 — известняк обломочный; 6 — известняк биоморфный. Количество соответствующих образцов показано в процентах.

(рис. 2). Большой объемный вес имеют мелко- микро- и скрытокристаллические известняки — 2,60—2,70 г/см<sup>3</sup> и крупинчатые известняки — 2,60—2,65 г/см<sup>3</sup>. Объемный вес конгломератовых известняков более низкий — около 2,55 г/см<sup>3</sup>. Пористость всех названных известняков ниже 5%. Интересно отметить, что биоморфные известняки, не отличающиеся по своему минералогическому составу от мелкокристаллических, имеют гораздо меньший объемный вес — 2,45—2,65 г/см<sup>3</sup>, в большинстве же случаев их объемный вес колеблется в пределах 2,55—2,60 г/см<sup>3</sup>. Можно полагать, что уменьшение объемного веса здесь обусловлено главным образом неплотной упаковкой слагающих частиц. Биоморфные известняки лландовери предоставлены преимущественно брахиоподовыми (пентамеровыми) известняками, содержащими до 64% цельных створок пентамерид. Несмотря на то, что пространство между цельными створками выполнено детритом и мелкокристаллическим кальцитом, пористость известняков в большинстве случаев выше 5% (5—7%).

Объемный вес детритовых известняков (включая и шламмовые) колеблется от 2,40 до 2,70 г/см<sup>3</sup>, наиболее часто от 2,50 до 2,55 г/см<sup>3</sup>. Особых различий в этом отношении между мелко- и крупнодетритовыми известняками не отмечается. В широких пределах колеблется и пори-

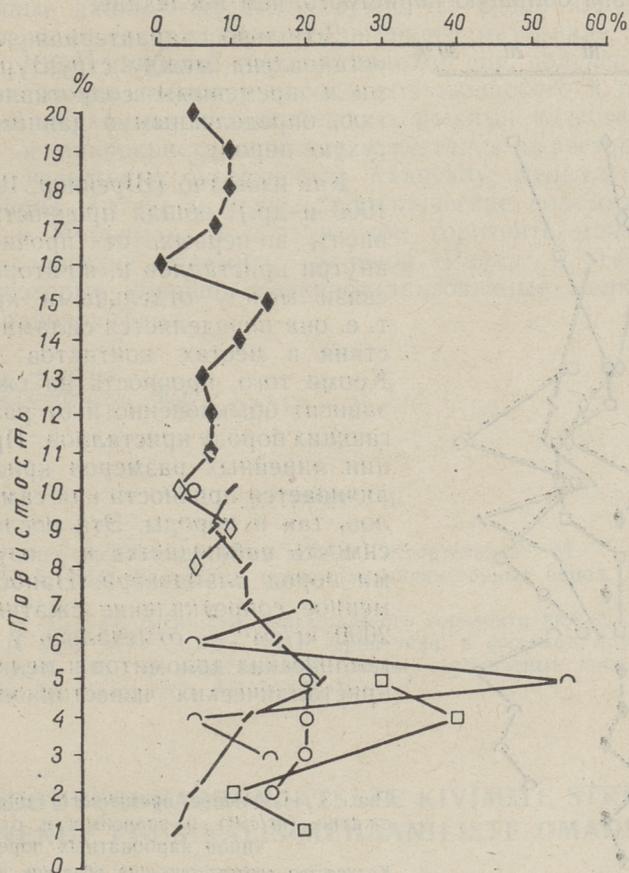


Рис. 2. Изменение пористости карбонатных пород в зависимости от их структуры.

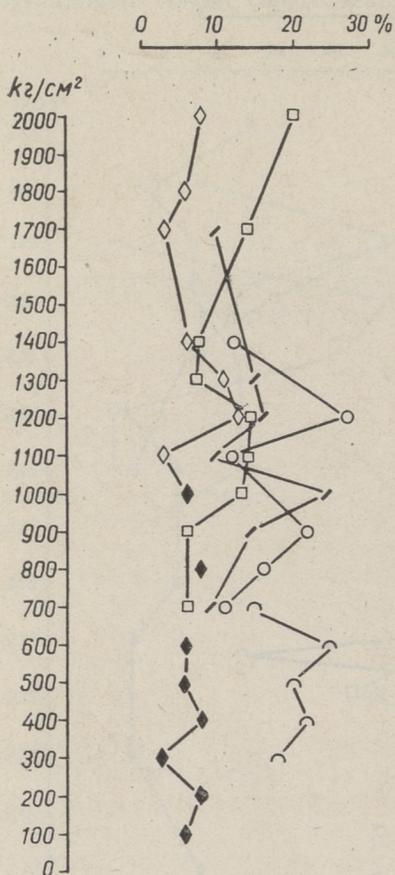
Количество соответствующих образцов показано в процентах. Условные обозначения см. на рис. 1.

стость этих пород — от 1 до 11%. Большинство образцов имело пористость от 5 до 7%. Средне- и крупнокристаллические доломиты, а также часть мелкокристаллических имеют объемный вес 2,35—2,45 г/см<sup>3</sup>. Кавернозность таких пород незначительная, но абсолютная пористость их колеблется в пределах 13—16%.

Наименьший объемный вес — 2,10 г/см<sup>3</sup> — отмечается у средне- и крупнокристаллических доломитов из зоны выветривания, где связь между отдельными кристаллами слабая, а абсолютная пористость достигает 17—20%.

Приведенные данные показывают, что из карбонатных пород лландовери наибольшей плотностью отличаются известняки и доломиты с мелко- и микро- (также скрыто-) кристаллической структурой. Довольно плотными являются и известняки с крупинчатой структурой, но у них, как и у конгломератовых и детритовых известняков, плот-

ность зависит во многом от степени перекристаллизации. Так, крупнодетритовые известняки в западной части райкюлаского горизонта, содержащие детрит и терригенный материал в таком же количестве, как и перекристаллизованные известняки из восточной его части, имеют в три-четыре раза большую пористость, чем последние.



Довольно характерная связь была установлена между структурными типами и временным сопротивлением сжатию, определенным в данном случае на сухую породу.

Как известно (Шрейнер, 1950; Талобр, 1960 и др.), общая прочность пород зависит, во-первых, от прочности связи внутри кристаллов и, во-вторых, от силы связи между отдельными кристаллами, т. е. она определяется силами взаимодействия в местах контактов кристаллов. Кроме того, прочность на сжатие пород зависит обыкновенно и от размеров слагающих породу кристаллов. При уменьшении линейных размеров кристаллов увеличивается прочность как самих кристаллов, так и породы. Эта последняя зависимость наблюдается и у изученных нами пород лландовери. Наибольшее временное сопротивление сжатию — около 2000 кг/см<sup>2</sup> — отмечалось у мелкокристаллических доломитов и мелко- и микрокристаллических известняков (рис. 3).

Рис. 3. Изменение временного сопротивления на сжатие (кг/см<sup>2</sup>) в зависимости от структурных типов карбонатных пород.

Количество соответствующих образцов показано в процентах. Условные обозначения см. на рис. 1.

Временное сопротивление сжатию детритовых известняков иногда бывает также довольно высоким, но большей частью находится в пределах 900—1300 кг/см<sup>2</sup> (особенно часто 900—1100 кг/см<sup>2</sup>). Из обломочных известняков крупинчатые отличаются большей прочностью (1200—1300 кг/см<sup>2</sup>), чем конгломератовые (800—900 кг/см<sup>2</sup>). У крупнокристаллических известняков временное сопротивление сжатию 1000—1200 кг/см<sup>2</sup>, а у средне- и мелкокристаллических доломитов с пористостью около 10% — 1100—1400 кг/см<sup>2</sup>. Довольно низкое временное сопротивление сжатию — от 400 до 600 кг/см<sup>2</sup> — показали биоморфные известняки и самое низкое — 100—500 кг/см<sup>2</sup> — средне- и крупнокристаллические доломиты с пористостью выше 15%.

Из сказанного следует, что с увеличением размеров кристаллов от 0,1 (мелкокристаллические породы) до 1 мм (крупнокристаллические породы) временное сопротивление сжатию уменьшается почти в два раза. Заметное влияние на временное сопротивление оказывает и пористость.

Таким образом, у биоморфных известняков, у которых одновременно

с увеличением размера кристаллов увеличивается и пористость, временное сопротивление сжатию уменьшается более чем в два раза. Сопротивление мелкокристаллических доломитов с увеличением пористости вдвое уменьшается примерно в полтора раза.

Приведенные данные свидетельствуют, что среди карбонатных пород лландовери (с содержанием терригенного материала преимущественно менее 10%) наиболее перспективными для получения прочного строительного камня являются породы райккюлаского и поркуниского горизонтов. В первом из них особенно хорошими качествами отличаются мелко- и микрокристаллические известняки окрестностей Рапла, крупинчатые известняки окрестностей Хаапсалу, мелкодетритовые известняки района Йыгева и мелкокристаллические доломиты окрестностей Пайде и Мярьямаа. В поркуниском горизонте можно отметить мелкокристаллические доломиты районов Рапла и Тапа, крупинчатые и некоторые хорошо перекристаллизованные мелкодетритовые известняки районов Тапа.

*Институт геологии  
Академии наук Эстонской ССР*

#### ЛИТЕРАТУРА

- Талобр Ж. 1960. Механика горных пород. Госгортехиздат, М.  
Шрейнер Л. А. 1950. Физические основы механики горных пород. Гостоптехиздат. М.—Л.  
Юргенсон Э. А. 1959. Доломиты райккюлаского горизонта нижнего силура Эстонской ССР. Изв. АН ЭССР, т. VIII, серия техн. и физ.-мат. наук, №3.  
Юргенсон Э. А. 1961. О вещественном составе карбонатных пород тамсалуского горизонта, Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, VI.

## EESTI LÄNDOUVERI KARBONAATSETE KIVIMITE STRUKTUURIDE SEOS NENDE FÜSIKALIS-MEHAANILISTE OMADUSTEGA

E. JURGENSON

### *Resüme*

Ländouveri karbonaatsete kivimite uurimisel on tähelepanu pööratud kahele olulisele seosele kivimi struktuuride ja füüsikalis-mehaaniliste omaduste vahel. Esimeseks on mahukaalu ja poorsuse olenevus kivimite struktuuritüübist, teiseks kivimite survetugevuse olenevus struktuuritüübist.

Katsed on näidanud, et suure mahukaalu ja väikese poorsusega on peene- ja mikrokrustallilised lubjakivid ning dolomiidid, tombulised ja osalt ka peenedetriidilised lubjakivid. Kivimite survetugevus sõltub eeskätt kivimit moodustavate osakeste joonmoodust, olles viimasega pöördvõrdeline. Selle tõttu tuleb vastupidavaid kivimeid otsida just peenekristalliliste karbonaatsete kivimite hulgast, kuna näiteks biomorfed lubjakivid, eriti aga poorsed jämedakristallilised dolomiidid, on vähem vastupidavad.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia  
Geoloogia Instituut*

# SOME CONNECTIONS BETWEEN THE TEXTURES AND PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES OF THE CARBONATE ROCKS OF THE ESTONIAN LLANDOVERIAN

E. JÜRGENSON

## Summary

Investigating the Llandoveryian carbonate rocks the author pays attention to two principal connections between the textures and physical-mechanical properties of rocks. Firstly it is the dependence of unit weight and porosity on the textures of rocks, and secondly, the dependence of compression strength on the textures. The tests have shown that the greatest unit weight and porosity is established in the fine- or microcrystalline limestones and dolomites, calcilutites and fine detritical limestones. The compression strength of rocks depends mainly on the linear particle size, being inversely proportional with the latter. For this reason, more solid rocks can also occur among the fine-crystalline carbonate ones, whereas the biomorphous limestones (constructed of well-preserved skeletons) and coarse-crystalline dolomites, being very porous, are less resistant.

Academy of Sciences of the Estonian S. S. R.  
Institute of Geology