

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA  
АКАДЕМИЯ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР

---

GEOLOGIA INSTITUUDI  
UURIMUSED

ТРУДЫ  
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ

II



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS  
TALLINN 1958

## О КРЕМНЕВЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ В ОРДОВИКСКИХ И СИЛУРИЙСКИХ КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ ЭСТОНСКОЙ ССР

Э. А. ЮРГЕНСОН

В карбонатных породах ордовика и силура Эстонской ССР довольно часто встречаются кремневые образования в виде желваков, линз, окремнелых окаменелостей, а также отмечается окремнение самой породы. Кремневые образования в виде желваков и линз встречаются главным образом в силуре, особенно в карбонатных породах адавереского и райккюлаского горизонтов. На них обратил внимание уже К. Гревингк (С. Grevingk, 1880). Распространение окремнелых окаменелостей значительно шире. Они встречаются почти во всех горизонтах ордовика и силура, например в лэйтсеском, тойласком, идавереском, йыхвиском, кейласком, вормисском, райккюласком, адавереском и в других горизонтах. Окремнение пород без резких границ окремневших участков установлено только в двух случаях: в идавереском горизонте непосредственно под верхней границей и местами в кейласком горизонте в верхней части нижней зоны.

Кремневые желваки и линзы. По форме кремневые желваки весьма разнообразны, начиная с почти округлых и кончая прямыми, палочковидными (рис. 1, 2). Величина таких образований не превышает 20 см. Кремневые образования в виде линз (известны пока только из райккюлаского горизонта — из каменоломни Калана) имеют большие размеры, достигая нескольких десятков сантиметров.

Кроме цельных форм кремневых образований, можно отметить их брекчии, например в верхней части адавереского горизонта, где они имеют явно аллохтонный характер (рис. 3).

По литологическому характеру можно выделить два типа кремневых образований.

Во-первых, более плотные или более рыхлые образования без особой текстуры с раковистым или землистым изломом. Только в некоторых образованиях, особенно в линзовидных, появляется полосатая текстура, обусловленная сероватыми, более плотными прослойками, полосами или линзочками (рис. 4). Также в некоторых округлых желваках конкреционного характера отмечается концентрическое строение с чередованием белых и сероватых слоев и пустотами в центре, стенки которых выполнены довольно хорошо образованными кристаллами кварца диаметром до 0,3 см (табл. I, фиг. 1).

Среди белых кремневых желваков встречаются некоторые очень рыхлые, разной формы, с многочисленными отпечатками и пустотами растворившихся окаменелостей.

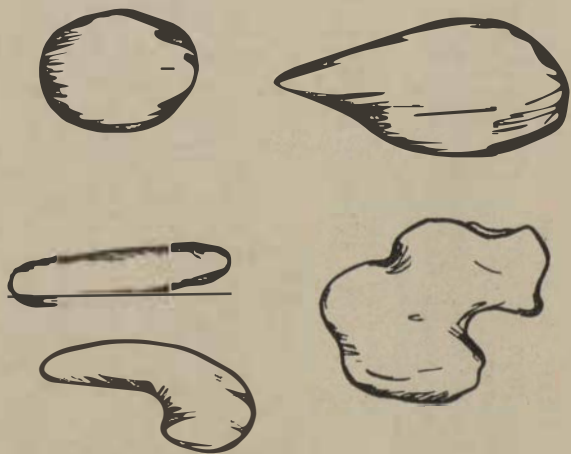


Рис. 1. Разные формы кремневых желваков из силура Эстонской ССР. Уменьшено в 3—10 раз.



Рис. 3. Кремневая брекчия в песчанном доломите на контакте адавереского горизонта (силур) с наровским горизонтом (девон). Натуральная величина.



Рис. 2. Палочковидные кремневые желваки в мелкокристаллическом известняке райккюлаского горизонта (Калана). Уменьшено в 8 раз.

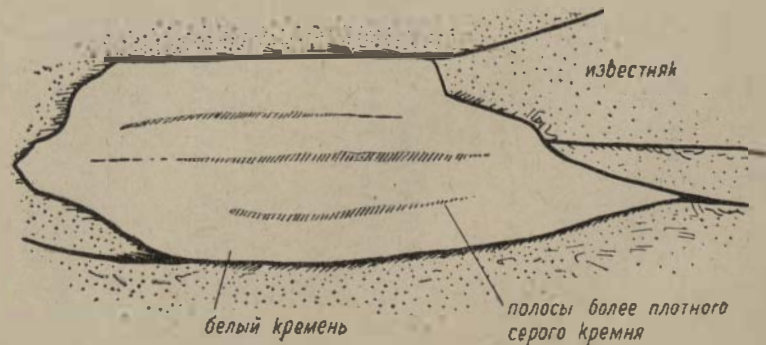


Рис. 4. Кремневая линза с полосами более плотного серого кремня из райккюлаского горизонта, Уменьшено в 6 раз.

Все белые кремневые образования, как видно под микроскопом при увеличении  $< 100\times$ , имеют глобулярную структуру (табл. 1, фиг. 2), обычно характерную для сплошного опала. При больших увеличениях видна криптокристаллическая структура (табл. 1, фиг. 3). Можно предполагать, что белые кремневые образования вначале имели вид опала, но так как последний не является устойчивой модификацией  $\text{SiO}_2$ , то он превратился с течением времени в кварц. В некоторых образованиях такая перекристаллизация произошла полностью, в других же она была частичной, особенно в рыхлых желваках. Часть желваков включает также микроскопические остатки первоначальной породы — мелкодетритусового известняка и фауны. Можно отметить, что чем лучше перекристаллизованы кремневые образования, тем плотнее они, тем больше их объемный вес. Последний колеблется у желваков в пределах  $2,19—2,7 \text{ г/см}^3$ . Зерна кварца в кремневых образованиях имеют весьма разнообразную форму, диаметр их  $0,01—0,03 \text{ мм}$ . Показатель светопреломления  $N_o' = 1,553$ ,  $N_e' = 1,545$ ;  $N_o' - N_e' = 0,008$ . Только внутри округло-конкреционных образований встречаются, как уже упоминалось выше, более крупные кристаллы кварца, имеющие характерные грани пирамиды.

В белых рыхлых желваках кроме кремнезема встречаются и отдельные кристаллики кальцита в виде ромбоэдров по спайности  $(10\bar{1}0)$  (табл. 1, фиг. 4). Диаметр кристаллов кальцита  $0,002—0,05 \text{ мм}$ , угол спайности  $74—75^\circ$ . Присутствие кристаллов кальцита в таких желваках объясняется, по всей вероятности, тем, что разложившийся после окремнения кальцит не выносился, а кристаллизовался на том же месте в порах желваков.

Второй тип кремневых образований встречается только в виде желваков явно конкреционного характера. Цвет последних серовато-желтый, серый или красноватый. Они более плотные, с раковистым изломом и имеют почти всегда концентрическое внутреннее строение. Некоторые из плотных желваков содержат внутри обломки вмещающих пород, обыкновенно доломитов. Такие кремневые конкреции найдены только в адаверском горизонте. К такому же типу относится и встречающаяся в том же горизонте кремневая брекчия.

Структура этих конкреций в основном сходна со структурой белых конкреций, но при больших увеличениях в них обнаруживается более совершенная перекристаллизация, чем в первых. Показатель светопреломления кварцевых кристаллов здесь немного выше, чем белых кремневых образований:  $N_o' = 1,554$ ,  $N_e' = 1,545$ ;  $N_o' - N_e' = 0,009$ . Кроме кремнезема, здесь присутствуют в небольшом количестве и соединения железа (пирит, лимонит, реже гидрогематит), от которых, вероятно, зависит и окраска конкреций; при этом почти всегда видны кольца Лизеганга в виде чередующихся светлых и темных полос.

Образование таких кремневых конкреций связано, по всей вероятности, с более сильной концентрацией растворов кремнезема, чем и объясняется их большая плотность.

О кремнении окаменелостей. Процессом окремнения охвачены либо все окаменелости в данном слое, либо только часть их. Даже в пределах одной и той же окаменелости окремнение может идти по-разному: по целой створке или скелету или только по части их. Например, окремневшими бывают только отдельные прослои в створке брахиопод, легче подверженные растворению. Очень часто по раковинам брахиопод или по кораллам можно наблюдать концентрическое строение кремнезема в виде целой системы маленьких белых концентрических колец. Выделение кремнезема в таком виде является результатом так называемых ритмических реакций (подобно реакции Лизеганга)



между диспергированным веществом — кремнеземом — и дисперсионной средой — водой (Чухров, 1955).

Микротекстура кремнезема в окремнелых окаменелостях может быть лучистой — сферолитоподобные агрегаты халцедона диаметром 0,2 мм (табл. I, фиг. 5) — или мелкокристаллической — кварц. Чаще в окаменелостях встречается халцедон с показателем светопреломления  $n' = 1,532$ . Можно предполагать, что и здесь кремнезем первоначально осаждался в виде опала, а перекристаллизация его произошла позднее.

Окремнение породы. Окремнение пород в Эстонской ССР известно, как уже упоминалось выше, только в идавереском и кейласком горизонтах среднего ордовика. При таком типе окремнения первоначальная структура пород почти полностью сохраняется и изменяется лишь цвет и твердость породы — она становится светлее и тверже. Окремнение породы особенно интенсивно наблюдается в мелкодетритусовых разностях известняков идавереского горизонта, залегающих под метаботонитовыми прослоями. Кремнезем имеет здесь тонкозернистую, криптокристаллическую структуру. Иногда изменяется лишь цвет породы — из прозрачно-белого в желтовато-мутный. Только в окремнелых окаменелостях видны мелкие кристаллики кварца диаметром около 0,01 мм. В кейласком горизонте окремнение выражено значительно слабее.

Происхождение кремневых образований. Кремневые образования в эстонских коренных породах по своему происхождению — главным образом биогенные. Источником кремнезема явились кремневые или опаловые скелеты различных организмов; последние растворялись в процессе диагенеза, образуя коллоидные растворы, которые концентрировались либо в самих кремневых организмах или около них, либо в более рыхлых участках вмещающих пород (ходы червей); в результате этого и образовались разнообразные формы окремнения. Возникли ли эти образования как конкреции или просто путем замещения первоначальной породы — установить еще трудно. Во всяком случае, очевиден их автигенный характер, за исключением брекчии в верхней части идавереского горизонта. Также очевидно, что как разложение, так и выделение кремнезема шло в процессе диагенеза. Часть кремневых скелетов могла остаться неразложившейся, на что указывает нахождение в некоторых округлых конкрециях кремневых спикул губок. Дальнейшее затвердение и перекристаллизация кремневых образований происходили в процессе диагенеза и эпигенеза. Возможно, что при растворении кремневых скелетов возникли не только коллоидные растворы кремнезема, но также и истинные растворы. По Корренсу (Correns, 1925), кремнезем в таких растворах содержится в виде  $H_2SiO_3$ , причем выделение кремнезема в известняках может быть представлено как результат взаимодействия этой кислоты с карбонатом кальция. Осаждение кремнезема таким путем могло произойти и при окремнении скаменелостей, чем и объясняется выборочный характер процесса окремнения в пределах одной створки. Те прослои в створке, которые были сложены кристаллическим кальцитом, естественно, легче подвергались влиянию  $H_2SiO_3$  (кристаллический кальцит всегда легче реагирует с кислотами), чем прослой, сложенный кристаллическим  $CaCO_3$  с примесью органического вещества. В окремнении окаменелостей, несомненно, принимали участие и коллоидные растворы кремнезема.

Что касается окремнения пород, то здесь источником кремнезема были главным образом метаботониты, содержащие в большом количестве  $SiO_2$ . Растворы кремнезема из метаботонитовых прослоев проникали вниз, в известковый осадок, где они и принимали участие в процессах окремнения. Образование конкреций здесь не имело места, так

как движение растворов кремнезема происходило уже в более или менее уплотненном и отвердевшем осадке. Какую-то роль в этом процессе играли и кремневые организмы, на что указывает нахождение многочисленных спикул губок в верхней части идавереского горизонта, но значение этих организмов было второстепенным.

*Институт геологии  
Академии наук Эстонской ССР*

#### ЛИТЕРАТУРА

- Чухров Ф. В. Коллоиды в земной коре. Изд. АН СССР, М., 1955.  
Соггелс, С. W. Über Verkieselung von Sedimentgesteinen. N. Jb. Min., Abt. A. В-В. 52, 1925.  
Grewingk, C. Über die Erscheinungen der Verkieselung und Quarzbildung in obersilurischen Schichten im Balticum. Sitzungsber. d. Nat.-Gesellschaft bei der Universität Dorpat, 1880.

## RÄNIMOODUSTISTEST EESTI NSV ORDOVIITSIUMI JA SILURI KARBONAATSETES KIVIMITES

E. JURGENSON

### *Resümee*

Käesolevas artiklis antakse lühike ülevaade Eesti NSV ordoviitsiumi ja siluri karbonaatsetes kivimites esinevaist ränimoodustistest. Räni esineb siin kolmel kujul: 1) nn. konkretsioonidena, 2) ränistunud kivististes ja 3) ränistunud kivimina. Ränikonkretsioonid on väga mitmesuguse kujuga (joon. 1, 2, 4 ja tab. I foto 1). Konkretsioonid võivad olla tihedamad või poorsemad, kusjuures viimasel juhul neis leidub kohati kaltsiidi kristalle (tab. I foto 4.). Kohati esineb konkretsioon-brektšiat karbonaatseis kivimeis (joon. 3). Konkretsioonide struktuur on mikroskoobis väiksema suurendusega vaadelduna globulaarne (tab. I foto 2), mis viitab räni tekkimisele opaalina. Suurema suurenduse korral näeme krüpto- kuni peenkristalset struktuuri, mis on tekkinud primaarse opaali ümberkristalliseerumisel aegade jooksul kvartsiks (tab. I foto 3). Ränikonkretsioone levib kõige laialdasemalt raikküla ja adavere lademes siluris.

Ränistunud kivistised koosnevad enamasti kaltseдонist (tab. I foto 5). Ränistunud kivistisi esineb peaaegu kõigis ordoviitsiumi ja siluri lademes.

Kivimite ränistumist on teada peamiselt kesk-ordoviitsiumist idavere, jõhvi ja keila lademetest metabentoniitsete kihtide alt.

Eesti NSV aluspõhja kivimeis esinev räni on organogeense päritoluga (valdavalt ränikäsnaadest). Ainult ränistunud lubjakivides pärineb see peamiselt metabentoniitsetest kihtidest.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia  
Geoloogia Instituut*

# FORMS OF SILICA IN ORDOVICIAN AND SILURIAN CARBONATE ROCKS IN SOVIET ESTONIA

E. JURGENSON

## *Summary*

This paper gives a short account of the investigations of silica occurring in Silurian and Ordovician carbonate rocks in Soviet Estonia. Silica is found in these rocks 1) in the form of concretions and nodules (flint), 2) in silicified fossils and 3) in silicified rocks. The concretions and nodules are commonly white in color and vary in shape (Fig. 1, 2, 4 and Tab. 1 1). The density of concretions and nodules may be very high or they may be very loose and porous. The porous nodules often enclose little separated crystals of calcite (Tab. 1 4) and remains of fossils. In some rocks the concretions occur as breccia (Fig. 3).

The structure of concretions and nodules of flint is, when examined microscopically with a magnifying power smaller than 100 diameters, globular, and it can be supposed that the silica was originally deposited as opal. When magnified about 100 times there is pointed out a microcrystalline structure, composed of the crystals of quartz, which have been formed in the process of the altering of opaline silica. Nodules and concretions of flint are quite common in the Raikküla and Adavere stages.

The silicified fossils are composed of chalcedony (Tab. 1 5). They occur nearly in all of the Silurian and Ordovician carbonate rocks.

Silicified rocks may be found mainly in the Middle-Ordovician deposits of the Idavere, Jõhvi and Keila stages, and their occurrence is due to metabentonite layers. In these carbonate rocks the silica is represented in the form of cryptocrystalline quartz.

The origin of silica in the rocks of Estonia is supposed to be organic (from siliceous sponges). This does not include the silica in the silicified rocks of Middle-Ordovician origin, where it is derived from metabentonites.

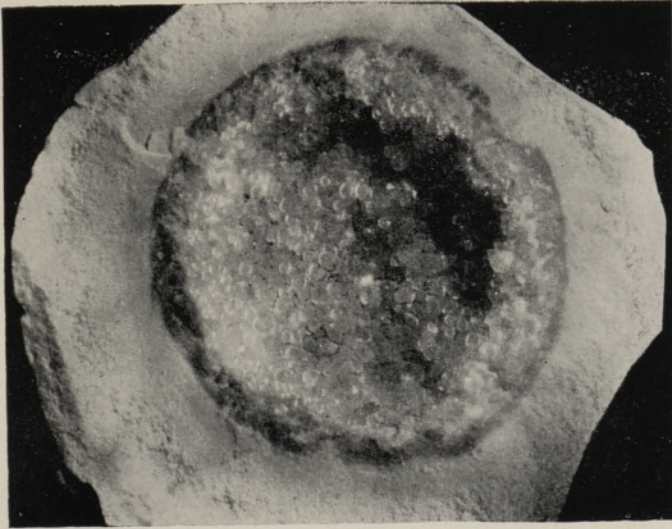
*Academy of Sciences of the Estonian S.S.R.,  
Institute of Geology*

---

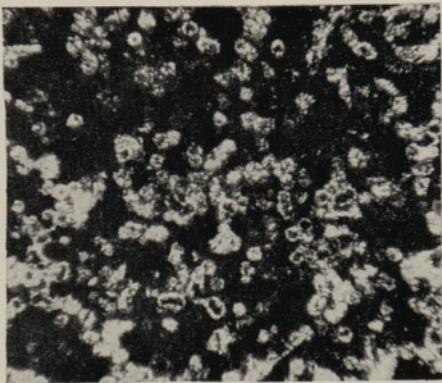
## ТАБЛИЦА I

- Фиг. 1. Кремневый желвак конкреционного происхождения. Видно концентрическое строение; внешний, белый слой состоит из тонкозернистого кремнезема, следующий, внутренний, серый слой — из более плотного криптокристаллического кремнезема и центральный слой — из кристалликов кварца. Райккюлаский горизонт — Калана.
- Фиг. 2. Глобулярное строение кремнезема в кремневых желваках при увеличении 100х.
- Фиг. 3. Крипто- до мелкокристаллическое строение кремнезема в более плотных кремневых образованиях. Видны кристаллики кварца неправильной формы. + николи. Увеличение 400х.
- Фиг. 4. Кристаллы кальцита, найденные из белых рыхлых желваков. Увеличение 400х. Райккюлаский горизонт — Ярва-Яанн.
- Фиг. 5. Сферолитоподобный агрегат халцедона в окремнелом обломке брахиоподы. + николи. Увеличение 160х. Идавэровский горизонт — Эямаа.

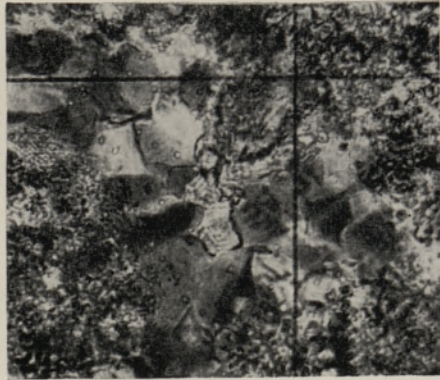




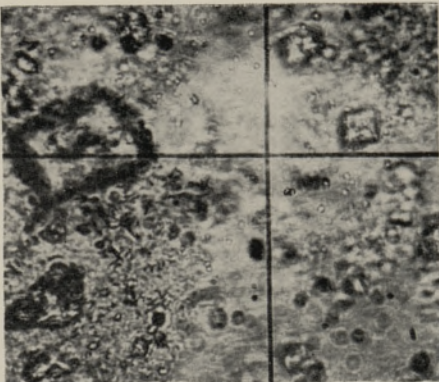
1



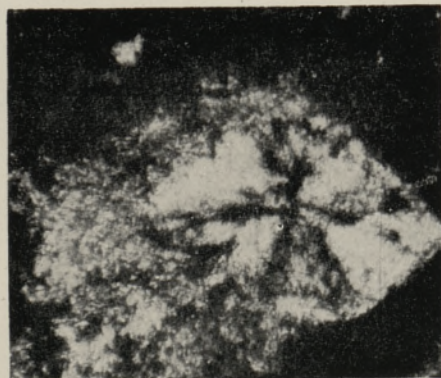
2



3



4



5