



TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI TOIMETISEB
УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

ALUSTATUD 1893. a.

VIHK

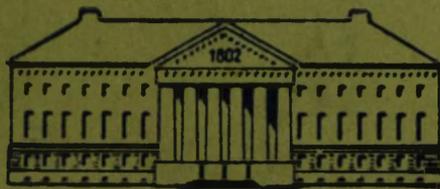
221

ВЫПУСК

ОСНОВАНЫ в 1893 г.

TÕID GEOLOOGIA ALALT
ТРУДЫ ПО ГЕОЛОГИИ

V



ТАРТУ 1968

О ЛИТОЛОГИИ ПЕСЧАНО-АЛЕВРОЛИТОВОЙ ТОЛЩИ ПАКЕРОРТСКОГО ГОРИЗОНТА НА ПОЛОСЕ ВЫХОДА

А. Лоог

Породы пакерортского горизонта представлены песчаниками, алевролитами, глинами и аргиллитами. Автором (Loog, 1964) выделен в пакерортском горизонте ряд пачек (рис. 1). На полосе выхода в нижней части горизонта развиты алевролиты с тонкими прослоями глины и единичными фосфатными створками беззамковых брахиопод — юльгазеская пачка (A_{II}Ü). На них залегают преимущественно мелкозернистые песчаники с тонкими прослоями аргиллита (диктионемового сланца) и с линзовидными скоплениями створок беззамковых брахиопод (брахиоподовый «конгломерат»), в ее подошве — маардуская пачка (A_{II}M). Еще выше лежат в основном среднезернистые песчаники с большим содержанием обломков створок беззамковых брахиопод — суурйэская пачка (A_{II}S). В восточной части выхода песчаники вверх по разрезу переходят в переслаивающиеся алевролиты и аргиллиты — орасояская пачка (A_{II}O). Разрез пакерортского горизонта венчается аргиллитами — тюрисалуская пачка (A_{II}T) и местами сланцеватыми глинами — варангуская пачка (A_{II}V).

Ниже дается литологическая характеристика только песчано-алевролитовой толщи пакерортского горизонта на полосе выхода по материалам автора.

Юльгазеская пачка

Пачка сложена в основном желтовато-серыми крупными песчанистыми алевролитами, но встречаются и песчаные алевролиты (рис. 1). В верхней части пачки местами (в районе Маарду) встречаются мелкозернистые алевритистые песчаники. В средней и верхней частях этих алевролитов и песчаников встре-

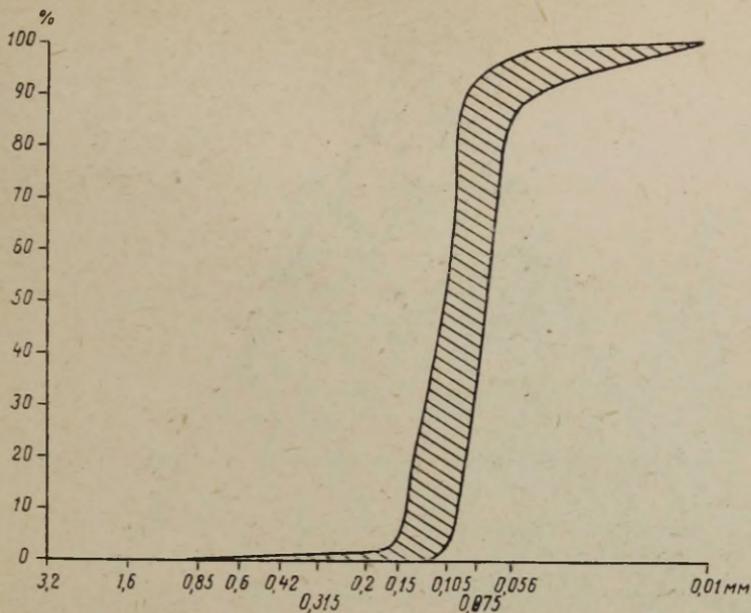


Рис. 2. Поле сосредоточения нарастающих кривых алевролитов юлгазеской пачки.

В песчаниках пачки кроме основной фракции (0,25—0,1 мм), содержащей более 50% обломочного материала встречается еще 20—45% алевритовых частиц и до 2% пелитовых частиц. Содержание более грубого материала — до 1% (рис. 3). Обломочный материал мелкопесчаной фракции алевролитов и песчаников юлгазеской пачки среднеокатан. 60% зерен имеют степень окатанности 1,4—1,8 (рис. 4).

Поверхность зерен кварца в основном гладкая. Зерна в большей части полупрозрачные, но встречаются и прозрачные и непрозрачные (матовые) зерна.

Обломочный материал в алевролитах и песчаниках хорошо отсортирован. Коэффициент сортировки S_0 1,2—1,5. Более 60% образцов имеют коэффициент сортировки 1,2 (рис. 5).

Минералогический состав алевролитов и песчаников юлгазеской пачки во всех изученных нами разрезах сравнительно однообразен. Здесь встречаются кварцевые алевролиты и песчаники, в которых кроме кварца (95—99%) обнаруживаются еще и полевые шпаты (в основном ортоклаз) от 0,3 до 4,8%, мусковит от 0,4 до 1,0% и местами отдельные зерна глауконита. Тяжелая фракция составляет только 0,02—0,03% от обломочного мате-

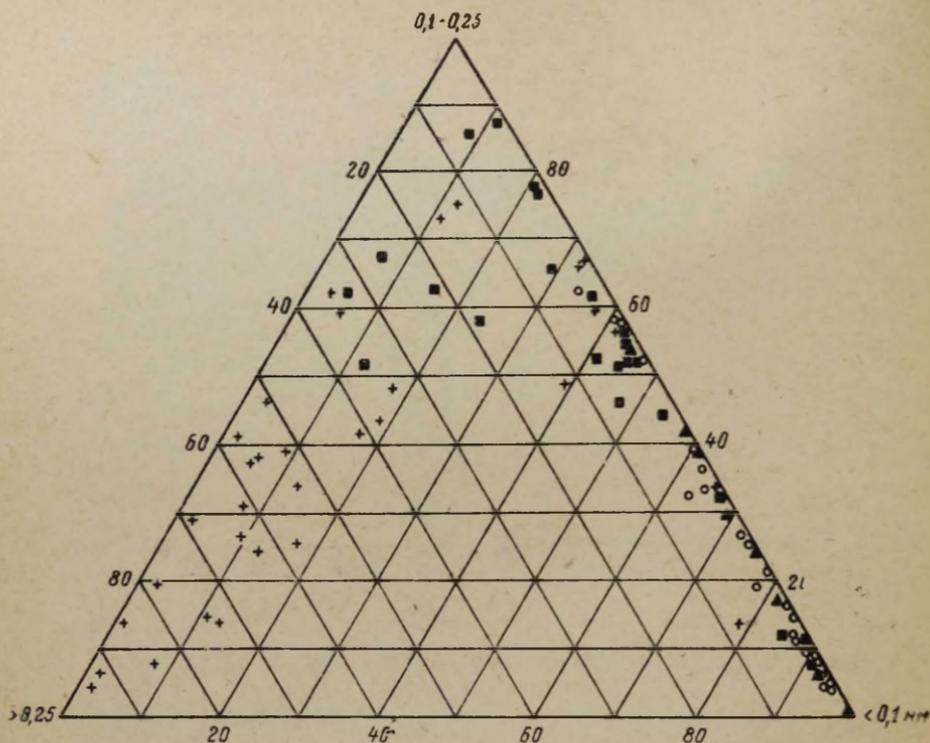


Рис. 3. Диаграмма гранулометрического состава алевролитов и песчаников юльгазеской, маардуской, суурйэской, и орасояской пачек. (▲ образцы юльгазеской пачки; ■ образцы маардуской пачки; + образцы суурйэской пачки; ○ образцы орасояской пачки).

риала крупноалевритовой фракции. В некоторых пробах встречаются в тяжелой фракции окислы и гидроокислы железа (гематит и лимонит). Содержание их достигает 11% от веса тяжелой фракции. Поскольку они имеют аутигенное происхождение, то при вычислении процентного содержания отдельных минералов тяжелой фракции, они исключаются. Магнетит и ильменит составляют от 14 до 34%, а лейкоксен от 2,5 до 40% из тяжелой фракции (не считая окислов и гидроокислов железа). Из прозрачных аллотигенных минералов преобладают циркон (25—35%) и турмалин (3—15%). Встречается также рутил (до 1%), гранаты (до 2,5%) и отдельные зерна амфиболов, анатаза, апатита и хлорита. Из аутигенных минералов можно найти еще пирит и доломит. Кроме обломочного материала встречаются фосфатные створки беззамковых брахиопод и их обломки, которые не-

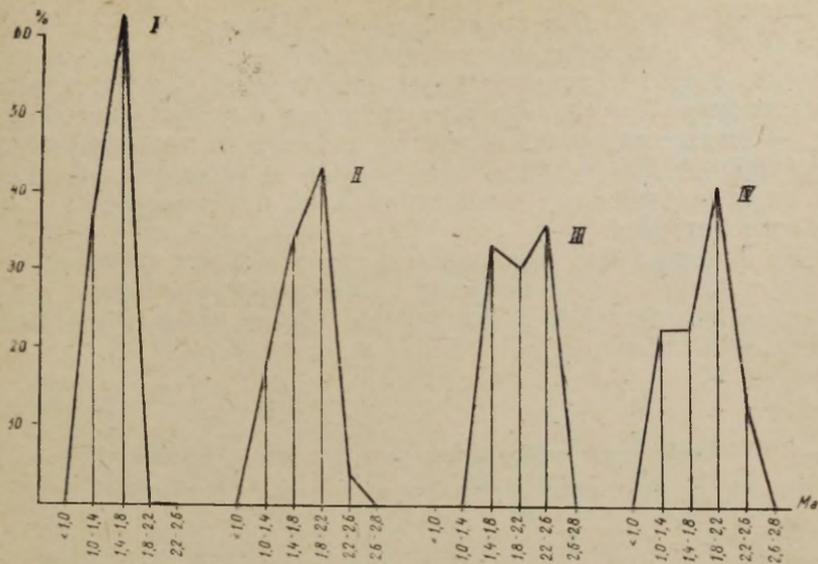


Рис. 4. Кривые распределения коэффициентов окатанности (M_a) обломочных зерен мелкопесчаной размерности алевролитов и песчаников юлгазеской, маардуской, суурйюзской и орасояской пачек (на ординате количество образцов в %). I — юлгазеская пачка; II — маардуская пачка; III — суурйюзская пачка; IV — орасояская пачка.

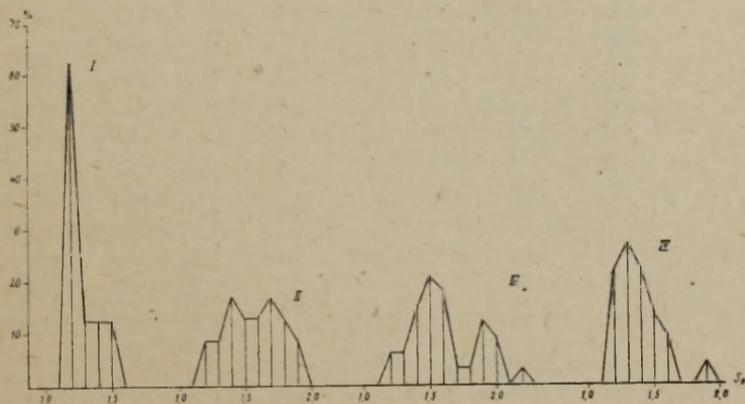


Рис. 5. Кривые распределения коэффициента сортировки (S_p) в алевролитах и песчаниках юлгазеской, маардуской, суурйюзской и орасояской пачек (на ординате количество образцов в %). I — юлгазеская пачка; II — маардуская пачка; III — суурйюзская пачка; IV — орасояская пачка.

равномерно рассеяны по всей пачке. Наблюдается увеличение обломков и целых створок в подошве и особенно в кровле пачки. Обычно створки ориентированы параллельно к плоскостям напластования. Содержание их колеблется в значительных пределах — от десятых долей процента до 4—5% от веса всей породы. Содержание P_2O_5 составляет 0,5—2,8% (среднее 1,2—1,5%). Такая незначительная концентрация не представляет промышленного интереса.

На однородность минералогического состава алевролитов указывают и химические анализы. Основным компонентом в алевролитах является SiO_2 . Содержание других компонентов незначительное (таблица).

Таблица

Химический состав пород пакерортского горизонта, %

Ком- поненты	Образцы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO_2	94,89	53,7	57,8	95,34	21,39	23,54	59,0	77,52	23,96
Al_2O_3	0,21	19,8	20,4	2,04	0,57	0,36	13,1	1,57	0,60
TiO_2	0,04	1,22	2,08	0,22	0,03	0,03	2,03	—	0,15
Fe_2O_3	0,37	1,74	3,38	0,24	2,24	1,46	0,89	0,28	1,82
FeO	—	1,98	0,61	—	0,50	0,42	1,40	—	0,43
MnO	0,04	—	—	0,01	0,16	0,12	—	0,09	0,12
CaO	0,91	1,58	1,17	0,93	40,39	38,64	2,50	10,68	37,27
MgO	0,17	1,74	1,39	0,11	0,17	0,35	0,52	0,30	0,35
Na_2O	1,69	1,01	1,02	1,77	1,94	1,90	1,17	—	2,00
K_2O	0,44	8,80	7,28	0,38	0,32	0,14	8,78	—	0,19
P_2O_5	0,87	0,17	0,13	0,54	24,51	26,21	0,18	7,27	27,59
CO_2	0,15	0,13	2,14	0,15	5,49	2,84	1,50	0,81	2,64
F	0,04	—	—	0,07	3,23	2,89	—	0,59	3,10
H_2O^-	0,06	0,12	0,18	0,20	0,36	0,72	0,28	—	0,97
H_2O^+	—	8,20	3,01	—	—	—	8,15	—	—
О соотв. F	-0,02	—	—	-0,03	-1,36	-1,22	—	-0,25	-1,31
П. п. п.	0,56	8,42	5,22	0,51	5,85	4,52	10,1	—	5,26
SO_3	—	0,122	0,11	—	0,82	1,42	0,21	—	0,33
S сульфидн.	—	—	—	—	1,94	0,94	—	—	0,18
S общ.	—	—	—	—	—	—	—	0,14	—
О соотв. S	—	—	—	—	-0,97	-0,47	—	—	-0,09
Сумма	100,21	100,27	100,59	102,07	101,73	101,25	99,88	99,62	101,95

- 1 — обн. Юльгазе, крупный алевролит, $A_{II}U$
- 2 — обн. Юльгазе, глина $A_{II}U$
- 3 — обн. Юльгазе, пелитовый алевроит, $A_{II}U$
- 4 — обн. Юльгазе, песчаник, $A_{II}M$
- 5 — обн. Маарду, оболочный фосфорит, $A_{II}M$
- 6 — обн. Маарду, оболочный фосфорит, $A_{II}M$
- 7 — обн. Юльгазе, аргиллит, $A_{II}M$
- 8 — обн. Нарва, песчаник, $A_{II}S$
- 9 — обн. Пуртсе, оболочный фосфорит, $A_{II}S$

Алевролиты и песчаники юльгазеской пачки обычно слабо сцементированы. Встречаются и рыхлые прослои алеврита.

Цемент в основном глинистый, но встречается и карбонатный; реже обнаруживается кремневый цемент. В шлифах наблюдается микрослоистая текстура, обусловленная чередованием разного количества цемента (коркового и базального) в разных микрослоях. Местами зерна кварца покрыты тонкой ($\sim 0,01$ мм) пленкой фосфата.

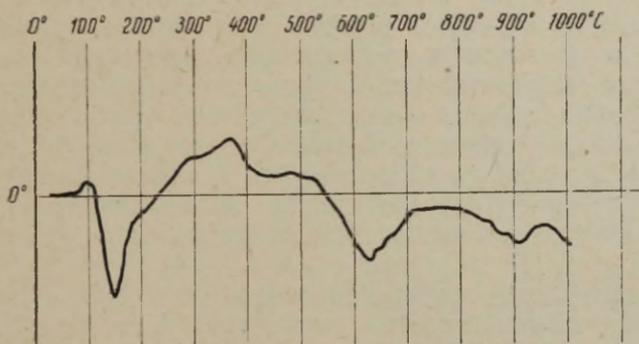


Рис. 6. Термограмма глины юльгазеской пачки.

Алевролиты и песчаники в основном горизонтальнослоистые, в верхней части пачки встречаются иногда и косослоистые песчаники. Слоистость обычно слабо выражена и проявляется чередованием пород разного цвета, разного гранулометрического состава и скоплением створок беззамковых брахиопод и их обломков на плоскостях напластования.

В нижней части пачки встречаются горизонтальные прослои зеленовато-серой алевритистой крупнопелитовой глины. Мощность этих прослоев достигает 20 см. Гранулометрический состав глины следующий: $> 0,05$ мм — 6,2%; 0,05—0,01 мм — 23,3%; 0,01—0,005 мм — 19,2%; 0,005—0,002 мм — 15,6%; 0,002—0,001 мм — 10,3% и $< 0,001$ — 25,4% (обр. 1227, обн. Юльгазе).

Дифференциальный термический анализ фракции $< 0,001$ мм показывал три четко выраженных эндотермических эффекта (рис. 6), характерных как для минералов гидрослюдистой так и монтмориллонитовой группы. Однако, показатели преломления ориентированных агрегатов явно указывают на гидрослюдистый состав фракции: $N_g = 1,579$, $N_p = 1,557$, $N_g - N_p = 0,022$. Экзотермический подъем кривой в интервале 250—400° С соответствует процессам окисления. Трудно сказать, происходит ли это за счет органических примесей или других соединений.

Возможно, что максимум кривой при 370°C связан с окислением пирита, столь богато встречающегося в более крупнозернистых фракциях породы. Другие примеси на термограмме не обнаруживаются. Химический состав глин и коричнево-серого пелитового алевролита приведен в таблице.

Нижняя граница юльгазеской пачки обнажается только в Юльгазе, где она хорошо выделяется. В буровых скважинах эту границу провести труднее. В Юльгазе на размытой, но сравнительно ровной поверхности светло-серых алевролитов тискреской свиты залегают желтовато-серые алевролиты юльгазеской пачки, которые содержат створки беззамковых брахиопод и их обломки, а местами и ожелезненные ходы илоедов. Иногда встречается базальный конгломерат, то есть единичные гальки из алевролита подстилающей тискреской свиты диаметром до 20 см, и плоские хорошо окатанные черные фосфоритные гальки. Последние найдены и выше нижней границы. В слоях алевролита, залегающего непосредственно на нижней границе, встречается сравнительно много створок беззамковых брахиопод и их обломков.

Верхняя граница пачки проводится по подошве первого брахиоподового «конгломерата» маардуской пачки или по поверхности перерыва. В обнажениях эта граница обычно четкая. На неровной поверхности алевролитов или песчаников юльгазеской пачки залегают более крупнозернистый песчаник, обильно содержащий створки беззамковых брахиопод и их обломки, а также прослойки аргиллита. Если брахиоподовый «конгломерат» отсутствует, тогда в буровых скважинах эту границу труднее заметить.

Маардуская пачка

Литологический состав маардуской пачки неоднородный (рис. 1). В маардуской пачке встречаются в основном светло-серые, желтовато-серые и даже желтовато-бурые мелкозернистые алевролитовые и алевролитистые песчаники и редко крупные песчаные и песчанистые алевролиты, с единичными горизонтальными и волнистыми выклинивающимися прослоями темно-коричневого аргиллита мощностью до 10 см.

В песчаниках пачки преобладает (52—87,5%) мелкопесчаная фракция (0,1—0,25 мм). Встречаются также крупные алевролитовые частицы от 5 до 45%, мелкие алевролитовые частицы от 0,15 до 10% и пелитовые частицы от 0 до 3%. Содержание фракции 0,25—0,5 мм не превышает 32%, обычно от 0 до 6% (рис. 3).

Алевролиты пачки незначительно отличаются от песчаников, в них преобладают крупные алевролитовые частицы (50—78%). Содержание фракции 0,1—0,25 мм составляет 6—43%, фрак-

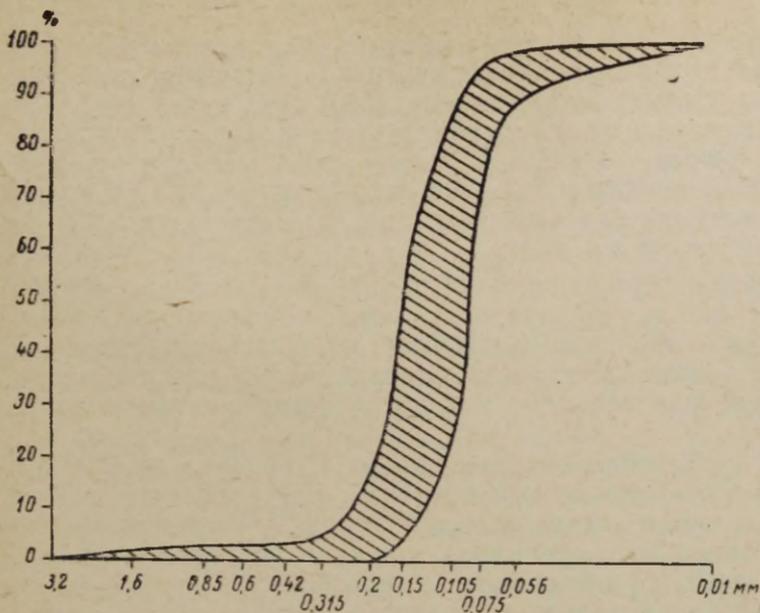


Рис. 7. Поле сосредоточения нарастающих кривых алевролитов маардуской пачки.

ции 0,01—0,05 мм от 1—20% и пелитовых частиц от 0—7%. Средний диаметр обломочных зерен в образцах алевролитов и песчаников маардуской пачки колеблется в узких пределах от 0,07 мм до 0,19 мм (средний 0,11 мм).

Обломочные зерна крупноалевритовой фракции песчаников и алевролитов слабо окатаны. Материал мелкопесчаной фракции (0,1—0,25 мм) среднеокатан (степень окатанности 1,3—2,6; средний 1,7). В верхней части пачки этот обломочный материал местами окатан лучше. Интересно отметить, что и в прослоях брахиоподового «конгломерата» обломочный материал обычно хорошо окатан. Распределение коэффициента окатанности (M_a) обломочного материала маардуской пачки проведено на рис. 4.

Песчаники и алевролиты пачки хорошо отсортированы. Коэффициент сортировки колеблется от 1,2 до 1,9 (средний 1,5). Распределение коэффициента сортировки приведено на рис. 5 и поле нарастающих кривых на рис. 7.

Минералогически маардуская пачка представлена кварцевыми песчаниками и алевролитами. Содержание кварца в легкой фракции колеблется от 95 до 100% и полевых шпатов от 0 до 5%. Встречаются также единичные листочки мусковита. Наблюдаются разные зерна кварца: прозрачные, полупрозрачные, непрозрачные (матовые) и с точечными включениями. Весо-

вое содержание тяжелой фракции составляет 0,08—0,57%. Из прозрачных аллотигенных минералов встречаются циркон 14—71%, турмалин 6—14%, гранаты 0,5—1%, рутил 1—3,4% и единичные зерна титанита, андалузита, брукита, глауконита, биотита, хлорита и апатита. Содержание ильменита и магнетита 11—56%, лейкоксена 2—20% и пирита 0—68%. Окислы и гидроксиды железа (гематит, лимонит) составляют 0,7—83% от веса тяжелой фракции.

Кроме терригенного обломочного материала встречаются также фосфатные створки беззамковых брахиопод. Количество створок и их обломков колеблется в широких пределах (от 0 до 80% от веса всей породы). Створки и их обломки обычно неравномерно распределены как по простиранию так и по разрезу пачки.

В западной части выхода (от Пакерорта до Раннамыйза) содержание створок незначительно. Встречаются только единичные створки в алевролитах и песчаниках. Небольшое количество створок наблюдается между гальками базального конгломерата (Пакерорт). В обнажении Раннамыйза (Тискре), в карманообразных углублениях поверхности подстилающих алевролитов тискреской свиты можно наблюдать скпления створок с отдельными фосфоритными гальками (брахиоподовый «конгломерат») мощностью до 5 см.

Восточнее г. Таллина песчаники, насыщенные створками беззамковых брахиопод образуют линзовидные тела, мощность которых колеблется от нескольких сантиметров до двух метров, а протяженность их достигает иногда нескольких километров. Местами встречается 2—3 прослоя «конгломерата» (в Юльгазе, Ягала, Валкла, Тситре и в буровых скважинах восточнее реки Ягала). Промышленные запасы фосфоритов выяснены у Иру, Маарду, Юльгазе, Валкла и Тситре.

Для характеристики пород маардуской пачки нами приведены химические анализы (таблица). По их данным песчаники и брахиоподовые «конгломераты» маардуской пачки состоят в основном из следующих компонентов: SiO_2 , P_2O_5 , CaO , CO_2 и F. Очевидно, что преобладают компоненты, входящие в состав фосфатного минерала створок беззамковых брахиопод. Содержание SiO_2 в песчаниках маардуской пачки достигает 95%, что подтверждается и данными минералогического анализа. Содержание SiO_2 уменьшается при пропорциональном увеличении содержания P_2O_5 , CaO , CO_2 и F. Это вполне естественно, так как при увеличении содержания створок беззамковых брахиопод уменьшается количество терригенного обломочного материала. Содержание других компонентов небольшое. Так полуторные окиси составляют от 0,75 до 5,57% (среднее 2—3%), а MgO от 0,68 до 1%.

Цементация пород маардуской пачки весьма прихотливая и изменяется как в вертикальном, так и в горизонтальном разрезе. В основном алевролиты и песчаники слабо сцементированы, но встречаются хорошо сцементированные разности. Цементы обычно мало и он встречается только в местах наибольшего сближения обломочных зерен (цемент типа соприкосновения) и реже в виде тонкой пленки вокруг зерен (корковый или пленочный цемент). Цементирующим веществом являются в основном глинистые минералы, карбонаты, а также пирит и фосфатный материал. Иногда цементирующее вещество пропитано окислами и гидроокислами железа. Реже встречается поровый карбонатный цемент, который заполняет все имеющиеся пространства между обломочными зернами в породе.

Песчаники и алевролиты маардуской пачки горизонтально-слоистые и косослоистые. Косая слоистость типа слоистости морских мелководных осадков встречается в основном в нижней части пачки в районе распространения брахиоподовых «конгломератов». Сами они тоже косослоистые. При этом интересно, что косая слоистость их выражена расположением створок и их обломков на плоскостях наслоения. Прослойки темно-коричневого аргиллита имеют горизонтально-слоистую микротекстуру. Аргиллиты сложены в основном пелитовыми частицами, средний диаметр которых не превышает 0,005 мм. Минеральные частицы представлены гидрослюдами. В качестве примесей в тонкодисперсной фракции присутствуют кварц, каолинит и органическое вещество. Содержание органического вещества в сланце колеблется от 10 до 20%. В алевроитовой фракции аргиллита встречается кварц, калиевые полевые шпаты, плагиоклаз и различные слюды. В тяжелой фракции этой же размерности установлены турмалин, циркон, апатит, гранат. В виде единичных зерен встречаются ставролит, эпидот, дистен, анатаз, амфиболы и пироксены, окислы и гидроокислы железа. Химический состав аргиллита приведен в таблице.

Песчаники и алевролиты маардуской пачки залегают на размытой поверхности подстилающих тискреских алевролитов, а в районе Таллин — Валгейыги на алевролитах юльгазеской пачки.

Маардуская пачка начинается обычно трансгрессивным базальным конгломератом. Местами базальный конгломерат протягивается на нескольких десятках метров по горизонтали (Пакерорт и Тюрисалу), но в других местах он выклинивается, и здесь на неровной поверхности светло-серых алевролитов тискреской свиты залегают желтовато-серые песчаники маардуской пачки или алевролиты, содержащие створки беззамковых брахиопод и их обломки. Изредка, непосредственно на нижней границе маардуской пачки, встречается тонкая выклинивающаяся прослойка (мощностью до 1 см) темного аргиллита (Пакерорт,

Тюрисалу и Раннамыйза). В районе распространения подстилающей юльгазеской пачки насыщенные створками песчаники (брахиоподовые «конгломераты») заполняют карманообразные углубления подстилающих алевролитов.

В базальном конгломерате маардуской пачки можно выделить разные литологические типы галек (многие из них выделены К. Мьюрисеппом (1958) при характеристике нижней границы пакерортского горизонта):

1) Преобладают гальки (глыбы) из светло-серого слабо сцементированного (глинистым материалом) кварцевого алевролита подстилающей тискреской свиты. Этот тип, размером от нескольких миллиметров до 1,5 метра, наиболее широко распространен в разрезе и это указывает на то, что породы тискреской свиты были значительно разрушены деятельностью трансгрессирующего раннетремадокского моря. Крупные глыбы обычно плохо окатаны и могут быть даже неотторгнуты от материнской породы (обнажение Пакерорт).

По Б. Некрасову (1938) они представляют тип штормовых отдельностей, которые образовались в самой краевой зоне прибрежной полосы моря. Мелкие гальки обычно лучше окатаны. Эти гальки можно обнаружить в обнажениях Пакерорт, Тюрисалу, Тискре, Калласте, Маарду и Юльгазе.

2) Гальки из плотного кварцевого алевролита различной конфигурации. Они состоят из мелких малоокатанных зерен кварца, которые сцементированы вторичным кварцем. Эти гальки, размером от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров, образовались из разрушенных слоев кембрийских пород.

3) Редко встречаются гальки, состоящие из мелких слабоокатанных зерен кварца, сцементированных пиритом. Такие пиритные гальки, размером до нескольких сантиметров, содержат и обломки беззамковых брахиопод. Их можно найти в обнажениях Тюрисалу, Раннамыйза, Ягала-Иоа, Маарду и Вихула.

4) Единичные гальки брахиоподового «конгломерата». Найдены в базальном конгломерате в Тюрисалу и Раннамыйза.

5) Гальки из аргиллита; найдены только в обнажении Пакерорт.

6) Гальки из известковистого песчаника, который состоит из мелких зерен кварца сцементированных кальцитом. Встречаются в Тюрисалу и Раннамыйза.

7) В средней части выхода маардуской пачки в базальном конгломерате встречаются гальки из алевролита с единичными створками беззамковых брахиопод. В этих гальках мелкие обломочные зерна сцементированы глинистым материалом. Эти образования встречаются в обнажениях Тюрисалу, Тискре и Маарду. Размеры их колеблются от нескольких мм до 20 см. Эти

гальки образовались, вероятно, из алевролита юльгазеской пачки.

8) В базальном конгломерате встречены фосфоритные гальки (Пакерорт, Ягала-Иоа, Раннамыйза, Иру, Маарду и Юльгазе), размеры которых достигают иногда 64 см.

Характер размыва подстилающих пород (трещины, карманообразные углубления) и облик галек базального конгломерата пакерортского горизонта (маардуской пачки) указывает на то, что формирование поверхности до отложения осадков пакерортских слоев вначале происходило в континентальных условиях, а в дальнейшем поверхность подвергалась действию трансгрессирующего раннетремадокского моря. При этом волны разрушали уже сформировавшиеся сцементированные породы. Сравнительно небольшие размеры и хорошая окатанность галек типа 3—8 указывает на значительное движение водных масс и на более длительную транспортировку их по сравнению с первыми типами галек.

Верхняя граница маардуской пачки четкая. На неровной размывтой с карманообразными углублениями поверхности мелкозернистых, желтовато-серых горизонтальнослоистых песчаников, содержащих отдельные створки беззамковых брахиопод, залегают среднезернистые буро-серые косослоистые песчаники, в обилии содержащие обломки тонкостенных створок беззамковых брахиопод. В восточной части выхода на песчаниках маардуской пачки залегают среднезернистые косослоистые песчаники суурйэской пачки, насыщенные более крупными обломками и даже целыми створками беззамковых брахиопод, а в районе Тоолсе, Азери-Сака и западнее Нарвы — брахиоподовый «конгломерат».

Суурйэская пачка

В западной части выхода от полуострова Пакри до реки Валгейыги она представлена в основном средне- и разнозернистыми песчаниками, в которых часто встречаются мелкие обломки тонкостенных створок беззамковых брахиопод, а также отдельные целые створки. Это так называемый детритовый слой (рис. 1). В восточной части выхода (восточнее реки Валгейыги) встречаются средне- и мелкозернистые песчаники, содержащие створки беззамковых брахиопод и их обломки. Скопление их образует брахиоподовый «конгломерат», который прослеживается в подошве пачки от Тоолсе до Онтика и восточнее (Валасте, Пяйте). В песчаниках обнаруживаются отдельные тонкие горизонтальные волнистые прослойки коричневого аргиллита.

Так как в суурйэской пачке в основном встречаются средне- и разнозернистые песчаники и лишь в подчиненном количе-

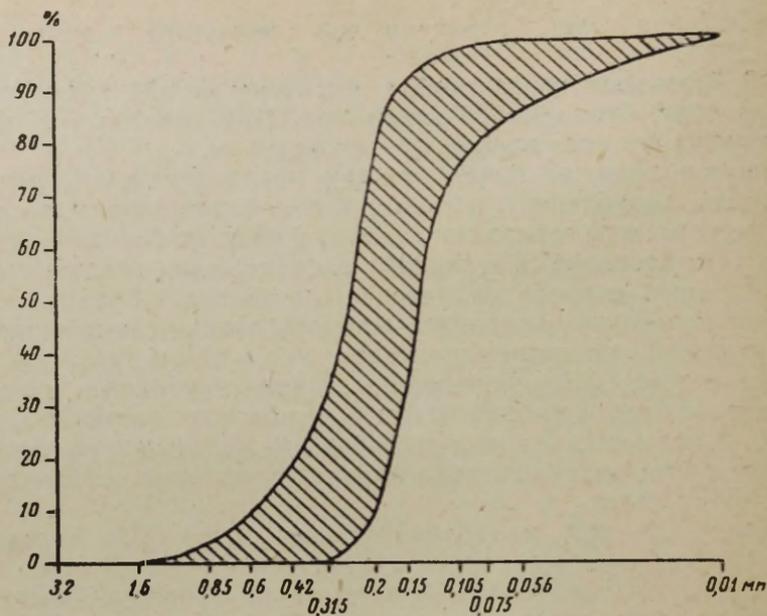


Рис. 8. Поле сосредоточения нарастающих кривых суурьйэской пачки.

стве попадают мелко- и среднезернистые пелитистые и алевритистые песчаники, то преобладающими являются песчаные фракции. Крупнозернистая песчаная фракция (0,5—1,0 мм) составляет до 28% от веса всей породы, среднезернистая фракция (0,25—0,5 мм) от 0,2 до 79,5% и мелкозернистая фракция (0,1—0,25 мм) от 3,9 до 75,0%. Содержание крупноалевритовых частиц колеблется от 0,2 до 37,1%, мелкоалевритовых частиц от 0,2 до 8,9% и пелитовых частиц до 8,8% (рис. 3 и 8).

В образцах средний диаметр зерен, вычисленный по методу квартилей, колеблется от 0,09 до 0,28 мм.

Зерна мелкопесчаной фракции песчаников суурьйэской пачки обычно средне- и хорошо окатаны. Коэффициент окатанности колеблется от 1,5 до 2,6 (средний 2,0). Распределение коэффициента окатанности зерен мелкопесчаной фракции песчаников суурьйэской пачки приведено на рис. 4.

Слагающий песчаники обломочный материал хорошо отсортирован. Коэффициент сортировки колеблется от 1,2 до 2,2 (рис. 5). Средний коэффициент сортировки 1,6.

Суурьйэская пачка сложена кварцевыми песчаниками. Кварц составляет от всей породы 92—100%, ортоклаз до 4,5%, микроклин 0,5% и мусковит до 2,8%. Содержание минералов тяжелой

фракции незначительно. Они составляют лишь 0,07—1,17% от веса крупноалевритовой фракции породы. Во всех образцах встречаются окислы и гидроокислы железа (гематит и лимонит), содержание которых достигает до 84% от веса тяжелой фракции. Поскольку они имеют аутигенное происхождение, то при вычислении процентного содержания отдельных минералов тяжелой фракции они исключаются. В тяжелой фракции из рудных минералов встречаются также ильменит и магнетит; их содержание составляет от 5,3 до 64,2%. Кроме того, встречаются лейкоксен (0,8—25,5%) и в переменных количествах пирит. При этом в некоторых частях пачки содержание мелкокристаллического пирита может достигать до 20 процентов. Главными прозрачными аллотигенными минералами являются циркон и турмалин. В песчаниках суурйэской пачки, как и в других породах пакерортского горизонта, преобладает циркон, который составляет 15,6 до 57,4% от веса тяжелой фракции. Содержание турмалина колеблется от 3,8 до 23,2%. В тяжелой фракции встречается еще рутил (0,5—3,0%), гранаты (0,1—19,8%), амфиболы (1,9—6,1%), апатит (0,6—5,2%) и единичные зерна анатаза, ставролита, андалузита, титанита, цоизита, клиноцоизита, дистена, барита, хлорита, глауконита, биотита и доломита.

Как видно из вышеизложенного, в песчаниках суурйэской пачки встречается больше различных минералов тяжелой фракции, чем в подстилающих породах.

Если в западной части выхода от Пакерорта до Ныммевески в косослоистом детритовом песчанике встречаются в основном мелкие обломки створок, размеры которых редко превышают 0,5 мм, то уже в обнажении Ныммевески в нижней части детритового слоя (суурйэской пачки) появляются и целые створки беззамковых брахиопод. Дальше на восток в месторождениях Тоолсе и Азери распространен брахиоподовый «конгломерат». В нем преобладающими являются мелкие и сильно раздробленные обломки створок, но наряду с ними встречаются и целые створки. Промышленный интерес представляет детритовый слой в районе Иру и Маарду, а промышленные запасы фосфорита выявлены у Тоолсе, Азери, Сака и Нарвы.

Химический состав детритовых песчаников и брахиоподового «конгломерата» приведен в таблице, из которой явствует, что основную часть породы составляют SiO_2 и компоненты, входящие в состав фосфатных створок оболид (P_2O_5 , CaO , CO_2 , F). На долю остальных компонентов приходится от 2 до 11%. Из них полуторные окиси составляют до 9% (обычно около 2—3%).

Песчаники суурйэской пачки слабо сцементированы глинистым материалом, но местами встречаются и крепкоцементированные разности с карбонатным и железистым (пирит, гидроокислы и окислы железа) цементом (Нарва), а также тонкие

пленки из фосфатного вещества. Цементы обычно мало и по типу он является контактовым (соприкосновения), корковым и поровым. Верхние слои суурйыэской пачки в западной части выхода сцементированы мелкокристаллическим марказитом и пиритом.

По всей вероятности, образование пиритового прослоя произошло во время раннего диагенеза песков, когда на них уже отлагались пелитовые илы, как это предполагала Е. Тихомирова (1960). Разложение органического вещества вызвало редукцию реакционноспособного железа. Последнее реагировало с ионом S^{2-} образованием моносulfида. Миграция исходных продуктов первичных образований пирита, по аналогии с современными осадками, происходила, по-видимому, в форме коллоидной смеси гидротроилита и мельниковита. В верхней части песков существовала восстановительная среда и благоприятные условия для кристаллизации sulfидов железа в виде марказита и пирита. При этом sulfиды железа образовали цемент, энергично замещающий обломочные зерна (корродирование зерен кварца). Как правило, количество пиритового цемента увеличивается в сторону вышелегающего аргиллита. Пиритный прослой имеет очень невыдержанное пространственное распространение. Мощность этого прослоя очень изменчива и колеблется от 0 до 30 см.

Текстура песчаников суурйыэской пачки в основном косо-слоистая и косоволнослоистая. Косая слоистость встречается как в западной части выхода, где распространяются детритовые песчаники, так и в восточной части выхода в брахиоподовых «конгломератах» и детритовых песчаниках. Местами слоистость неявно выражена, а в восточной части выхода в верхней части пачки встречается даже горизонтальная слоистость. Слоистость проявляется скоплением и ориентировкой створок беззамковых брахиопод и их обломков на плоскостях наслоения.

Нижняя граница пачки всегда резкая. В западной части выхода детритовый слой залегает на размытой поверхности мелкозернистых песчаников маардуской пачки. В обнажении Нымевески в подошве суурйыэской пачки уже появляется брахиоподовый «конгломерат», который встречается и дальше на восток. У Тоолсе и Кальви брахиоподовый «конгломерат» залегает на размытой поверхности алевролитов тискреской свиты, а южнее и в районе Азери—Пуртсе—Сака на размытой поверхности подстилающих мелкозернистых песчаников маардуской пачки. Восточнее Сака песчаники, и местами тонкие линзы брахиоподового «конгломерата» залегают на неровной, с трещинами и карманообразными углублениями, поверхности алевролитов тискреской свиты. На поверхности тискреской свиты встречаются гальки с различным составом:

1) Гальки из подстилающих тискреских алевролитов (Орасоя).

2) Гальки из мелкозернистого песчаника с обломками створок беззамковых брахиопод (Нарва, Утрия). Эти гальки представляют собой окатанные обломки песчаников, образовавшихся, по всей вероятности, в маардуское время.

3) В Валасте и Сака найдены гальки брахиоподового «конгломерата», которые состоят из зерен кварца и толстостенных створок беззамковых брахиопод.

4) Часто можно найти хорошо окатанные гальки из песчаника суурйэской пачки (Орасоя, Ору).

5) Фосфоритные гальки. Они встречаются только в тех местах, где распространяется брахиоподовый «конгломерат». Эти гальки образовались в результате разрушения и окатывания обломков песчаников суурйэской пачки под воздействием волн.

6) Редко встречаются гальки из зерен кварца мелкопесчаной размерности, в которых цементом является мелкокристаллический пирит (Пяйте) или карбонаты (Валасте).

Верхняя граница суурйэской пачки в западной части выхода резкая. На косослоистых детритовых среднезернистых песчаниках, верхняя часть которых сцементирована пиритом и на поверхности которых встречаются знаки ряби, залегают компактные аргиллиты. Начиная с обнажения Ныммевески, верхняя граница не так резко выражена. На песчаниках с обломками и целыми створками беззамковых брахиопод залегают помплекс чередующихся в разрезе алевролитов и аргиллитов, в которых иногда можно обнаружить створки беззамковых брахиопод. Поверхность перерыва наблюдается только в обнажении Орасоя. В буровых скважинах эту границу выделить труднее.

Нижняя граница сравнительно легко различается по отличию в литологическом составе пород суурйэской и нижележащей пачки или свиты. Проведение верхней границы в западной части выхода также не представляет трудности. Но в восточной части выхода пачки эту границу можно определить лишь условно.

Орасояская пачка

Распространяется она только в восточной части выхода от р. Валгейыги (Ныммевески) до Орасоя (рис. 1).

Характерным для пачки является чередование прослоев алевролитов и аргиллитов. В разрезе преобладают желтовато-серые крупные песчаные алевролиты. Местами встречаются также алевролиты, песчаные алевролиты и мелкозернистые алевритовые песчаники.

В алевролитах пачки крупноалевритовая фракция (0,1—0,05 мм) составляет от 47,3 до 87,4%, мелкоалевритовая фрак-

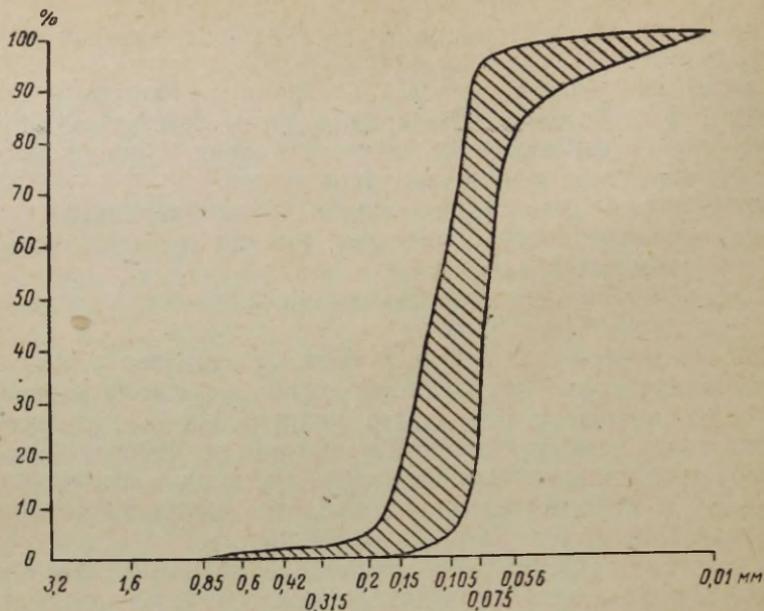


Рис. 9. Поле сосредоточения нарастающих кривых оросеяской пачки.

ция (0,05—0,01 мм) от 1,5 до 21,4% и пелитовые частицы до 7%. Песчаных зерен встречается от 4 до 40% от всей массы породы (рис. 3). Средний диаметр зерен в образцах алевролитов и песчаников оросеяской пачки колеблется незначительно от 0,07 до 0,11 мм, что указывает на однородность гранулометрического состава пород (рис. 9). Средний диаметр зерен алевролитов пачки равен 0,08 мм.

В песчаниках пачки преобладает мелкопесчаная фракция (0,1—0,25 мм), которая составляет 51—62% от веса всей породы, более крупных песчаных зерен встречается до 3,5%. Содержание крупноалевритовой фракции колеблется от 30 до 43% и мелкоалевритовой фракции от 2 до 4%. Пелитовых частиц встречается только до 1,5%.

Зерна в песчаных фракциях в алевролитах и песчаниках хорошо и средне окатаны, при этом трудно выявить какие-нибудь закономерности. Коэффициент окатанности колеблется от 1,3 до 2,6 (средний 1,8). Распределение коэффициента окатанности зерен мелкопесчаной фракции алевролитов и песчаников оросеяской пачки приведен на рис. 4.

Обломочный материал, слагающий алевролиты и песчаники,

хорошо отсортирован. Коэффициент сортировки колеблется от 1,2 до 1,9 (рис. 5). Средний коэффициент сортировки 1,4,

В орасояской пачке встречаются кварцевые и кварцевополевошпатовые алевролиты и песчаники. Содержание кварца 73—99%, полевых шпатов 0,2—26%. В легкой фракции кроме названных минералов встречается слюда (мусковит). Весовое содержание тяжелой фракции — 0,04—0,12% от крупноалевритовой фракции. В обнажении Ныммевески в одном образце из нижней части пачки содержание тяжелой фракции составляет 17% за счет мелкокристаллического пирита. Гематит и лимонит составляют 11—76% от тяжелой фракции. Из рудных минералов встречаются ильменит и магнетит. Содержание их 3—54% от тяжелой фракции, не считая окислов и гидроокислов железа. Прозрачные аллотигенные минералы представлены цирконом (4—40%), турмалином (17—30%), рутилом (3—6%), гранатами (0,5—2,5%). Встречаются еще единичные зерна амфиболов, пироксенов, силлиманита, хлорита, апатита, анатаза, ставролита, барита и биотита.

В алевролитах орасояской пачки спорадически встречаются отдельные фосфатные тонкостенные створки беззамковых брахиопод и их обломки. Содержание их незначительное и не представляет промышленного интереса.

Химические анализы алевролитов орасояской пачки характеризуются большим содержанием SiO_2 , малым содержанием P_2O_5 и полуторных окислов (таблица).

Алевролиты слабо сцементированы глинистым материалом. Цемент типа соприкосновения. Местами в виде гнезд встречается мелкокристаллический пиритный цемент и шаровидные конкреции пирита.

Слоистость алевролитов слабо выражена. Горизонтальная слоистость пород пачки выражается чередованием горизонтальных прослоев алевролитов и аргиллитов.

Нижняя граница орасояской пачки неясна. На детритовых косослоистых песчаниках суурйбэской пачки залегают алевролиты, которые чередуются с прослоями аргиллита. Только в обнажении Орасоя можно наблюдать резкую поверхность перерыва со следами размыва, на которой залегают раздробленные куски прослоя аргиллита. Верхнюю границу пачки принято проводить по подошве компактных аргиллитов.

Об условиях накопления отложений пакерортского горизонта

На основе вышеизложенных данных и карты фаций пакерортского времени (Мянниль, 1966) можно сделать некоторые выводы об условиях образования осадков в раннетремадокском Балтийском бассейне.

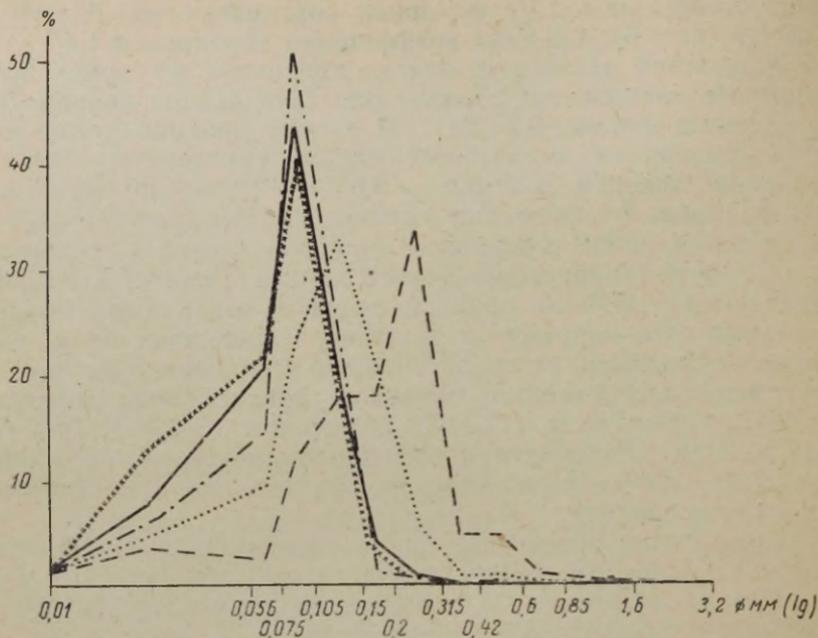


Рис. 10. Распределение среднего гранулометрического состава пород тискресской свиты и юльгазеской, маардуской, суурйязской и орасояской пачек. (xxx тискресская свита; —·—· юльгазеская пачка; — — — суурйязская пачка; ... маардуская пачка; — — — орасояская пачка).

Разный литологический состав пород отдельных частей Северо-Эстонского разреза, наличие нескольких поверхностей размыва и базального конгломерата позволяют выделить три стадии (этапа) в развитии морского бассейна пакерортского времени. На это обратили внимание уже Т. Давыдова и Ц. Гольдштейн (1960).

Как свидетельствуют сохранившиеся осадки, которые мы объединяем в юльгазескую пачку, в первой стадии развития бассейн был мелководный с довольно спокойным гидродинамическим режимом. Берега этого бассейна были сложены нижнекембрийскими осадочными породами (в основном песчаниками, алевролитами и глинами). При трансгрессии раннетремадокского моря эти породы разрушались, смывались и переотлагались. В береговой зоне образовался местами базальный конгломерат, единичные гальки и глыбы которого при продвижении береговой линии были захоронены в осадках. Отлагались в основном горизонтальнослоистые и местами косослоистые кварце-

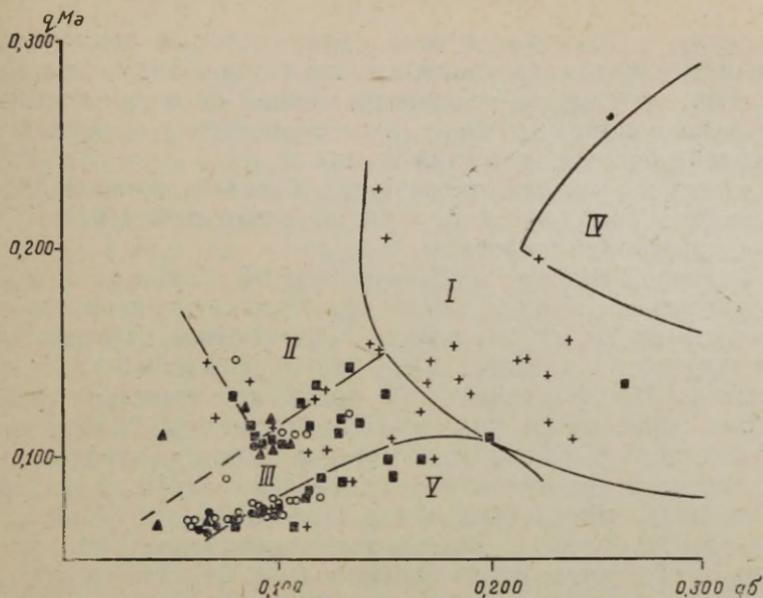


Рис. 11. Генетическая диаграмма Л. Рухина (qMa — средний размер зерен; $q\sigma$ — коэффициент сортировки).

I — поле песков, отложенных при поступательном движении воды (течения); II — поле песков, отложенных при сильных колебательных движениях воды; III — поле песков, накапливающихся на дне морей при слабых колебательных движениях воды; IV — эоловые пески; V — поле недоверности.

(● образцы тискреской свиты; ▲ образцы юльгазеской пачки; ■ образцы маардуской пачки; + образцы суурйэзской пачки; ○ образцы орасояской пачки).

вые алевриты. На образование отложений юльгазеской пачки из материала подстилающих алевролитов тискреской свиты указывает однородность их среднего гранулометрического состава (рис. 10). При этом в алевролитах юльгазеской пачки содержание пелитовых частиц меньше, чем в алевролитах тискреской свиты. Это вполне естественно, так как при переотложении тонкоотмученные частицы выносились. Этим объясняется и лучшая сортированность алевролитов юльгазеской пачки (рис. 5) по сравнению с породами тискреской свиты (Лоог, 1964). Обломочный материал юльгазеской пачки и тискреской свиты имеет почти одинаковый минералогический состав, а также и степень окатанности (рис. 4).

На генетической диаграмме Л. Рухина (рис. 11) точки, соответствующие изученным образцам юльгазеской пачки, рас-

полагаются в основном в поле пород, которые накапливаются на дне морей при слабых колебательных движениях воды. Образцы, взятые из слоев с неясновыраженной косослоистостью, падают в поле пород, которые накапливаются в условиях сильных колебательных движений воды.

В конце первой стадии развития бассейна произошло кратковременное поднятие и отложения раннетремадокского моря были частично денудированы.

В Северной Эстонии отложения второй стадии развития раннетремадокского моря залегают трансгрессивно на алевролитах тискреской свиты или на алевролитах юльгазеской пачки (рис. 1). В тех местах, где песчаники маардуской пачки залегают на сцементированных алевролитах тискреской свиты, в прибрежной зоне образовался базальный конгломерат. Гальки конгломерата состоят в основном из материала подстилающей тискреской свиты. Встречаются еще отдельные гальки из материала юльгазеской и маардуской пачки. Отложения этого цикла осадконакопления более грубозернисты, чем отложения первого цикла (рис. 11) и хуже отсортированы (рис. 5). Это указывает на то, что в бассейн был в малом количестве занесен и новый обломочный материал. Это подтверждает и минералогический состав пород. В песчаниках, кроме обломочного материала, который является характерным для подстилающих пород, встречаются зерна кварца с точечными включениями, а также больше минералов тяжелой фракции.

На неоднократное переотложение обломочного материала указывает и лучшая окатанность обломочных зерен мелкопесчаной фракции отложений второй стадии по сравнению с окатанностью обломочного материала той же фракции подстилающих пород (рис. 4).

Как выясняется с рисунка 11 на генетической диаграмме Л. Рухина, точки, отмечающие образцы песчаников маардуской пачки, падают в основном в поле пород, которые накапливаются на дне морей при слабых колебательных движениях воды. Только часть точек, соответствующих образцам из косослоистых серий насыщенных створками беззамковых брахиопод (брахиоподовые «конгломераты») располагается в поле пород, которые накапливаются в условиях сильных колебательных движений воды.

Из всего вышеизложенного выясняется, что маардуская пачка (вторая стадия осадконакопления) образовалась в мелководном бассейне с относительно спокойным гидродинамическим режимом; здесь осаждались алевриты и пески, а местами также пелитовые илы. В этом мелководном бассейне обитали беззамковые брахиоподы, которые строили свои створки из фосфатов кальция.

Накопления створок беззамковых брахиопод не представляют прижизненных сообществ. На это указывает и то, что брюшные и спинные створки распределены неравномерно и рядом встречаются отдельные створки разных видов беззамковых брахиопод. В пользу предположения, что мелководный раннетремадокский бассейн был густо населен брахиоподами, говорит и довольно большое пространственное распространение брахиоподовых «конгломератов» — ракушников. Они всегда косослоисты (слоистость незаметна только в тех местах, где в породе преобладают уже створки). Так как косая слоистость связана со значительными движениями воды и чаще всего с небольшими глубинами, то накопление створок происходило в прибрежной зоне мелководного бассейна, где на перераспределение и транспорт обломочного материала влияло также и волнение. На подвижный характер среды осадконакопления указывает как то, что часто створки отсортированы и расположены на плоскостях слоистости, причем большей частью выпуклостью вверх, так и наличие в породе плоских фосфоритных галек.

Скопления створок представляют таким образом танатоценоз. Этим объясняется и залегание брахиоподовых «конгломератов» всегда на размытой поверхности подстилающих пород.

Верхняя граница брахиоподового «конгломерата» часто переходная. Мощность конгломерата (фосфоритного пласта) зависит от микрорельефа дна, поскольку во впадинах мог накапливаться относительно более мощный слой. Мощность линз «конгломерата» и их пространственное распространение зависит и от других причин. Вероятно, не все участки дна бассейна прогибались с одинаковой интенсивностью и одновременно. Также не во всех частях бассейна были оптимальные условия для обильного распространения беззамковых брахиопод.

В конце второй стадии осадконакопления происходило кратковременное поднятие морского дна в районе нынешнего североэстонского глинта. Образовавшиеся осадки были частично уничтожены. Осадки следующей, третьей стадии развития бассейна залегают на размытой неровной поверхности подстилающих пород (рис. 1). В районах, где осадки третьей стадии развития залегают на слабосцементированных песчаниках маардуской пачки (т. е. на осадках второй стадии), базальный конгломерат не встречается. В местах, где породы следующей стадии залегают на алевролитах тискреской свиты, встречаются отдельные гальки из алевролитов тискреской свиты и гальки из песчаников уничтоженной маардуской пачки.

В начале третьей стадии развития раннетремадокского моря отлагались в основном косослоистые среднезернистые, а местами и разнозернистые и мелкозернистые пески, содержащие створки беззамковых брахиопод (суурйэзская пачка). Накоп-

ление этих осадков происходило в прибрежной части мелководного бассейна, где важным фактором являлось действие волн и течения (рис. 11). При этом более мелкие частицы разрушаемой подстилающей породы были отнесены дальше от берега, в более отдаленные части мелководного бассейна. На переотложение обломочного материала указывает и лучшая окатанность обломочных зерен мелкопесчаной размерности по сравнению с зернами подстилающих пород (рис. 4). При этом обломочный материал суурййэской пачки более грубозернистый (рис. 10 и 11). Это указывает и на поступление нового более грубозернистого обломочного материала, чем объясняется и то, что в тяжелой фракции песчаников суурййэской пачки преобладают устойчивые минералы, но встречаются и отдельные зерна андалузита, дистена, ставролита, титанита и апатита. Присутствие последних свидетельствует о том, что в области материнских пород были распространены и метаморфические породы. В легкой фракции почти отсутствуют неустойчивые минералы: полевые шпаты, слюда и карбонаты.

Как указано выше, в начале третьей стадии развития раннетремадокского моря в западной части выхода отлагались косослоистые среднезернистые или разнотернистые пески. Накопление этих песков в прибрежной части моря подтверждается, кроме косой слоистости, насыщенностью их окатанными обломками створок. Кроме того, на поверхности детритового песчаника встречаются волноприбойные знаки, которые образуются чаще всего в глубинах от 0 до 10—15 метров.

В восточной части выхода песчаники суурййэской пачки переходят в толщу переслаивания алевролитов и аргиллитов (орасояская пачка).

На накопление обломочного материала алевролитов орасояской пачки в отдаленных от берега частях бассейна при слабых колебательных движениях воды указывает средний гранулометрический состав алевролитов. Последний значительно меньше, чем у песчаников суурййэской пачки (рис. 11), которые отлагались в прибрежной части моря. Обломочный материал орасояской пачки лучше окатан, чем обломочный материал подстилающих пород (рис. 4), а также и хорошо отсортирован (рис. 5).

Вышеприведенные данные и минералогический состав алевролитов указывает на то, что они образовались от материала раннеотложенных осадков, но одновременно происходил и привнос нового обломочного материала с Балтийского щита.

Если во время этой стадии развития бассейна ближе к берегу отлагались пески и алевролиты, то в более отдаленных от берега частях мелководного бассейна и в других местах, где господствовал спокойный гидродинамический режим, накапливались пелитовые илы.

ЛИТЕРАТУРА

- Давыдова Т. Н., Гольдштейн Ц. Л., Генезис осадков и палеогеография начала ордовика северной части Советской Прибалтики. Междун. геол. конгресс, XXI сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 12. Региональная палеогеография. М., 1960.
- Лоог А. Р., О литологии тискреской свиты. В сб. Литология палеозойских отложений Эстонии. Таллин, 1964.
- Мююрисепп К. К., Характеристика нижней границы пакерортского горизонта от мыса Пакерорт до реки Сясь. Тр. Ин-та геол. АН Эст. ССР, 3, 1958.
- Мяньиль Р. М., История развития Балтийского бассейна в ордовике. Изд. Валгус, Таллин, 1966.
- Некрасов Б. А., Зофитоновый, ижорский (фукоидный) и оболочковый песчаники Ленинградской области. Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. геол., т. XVI, (2), 1938.
- Тихомирова Е. С., К вопросу о геохимической подвижности элементов при образовании сульфидных конкреций в сланцевосных отложениях Волжского и Прибалтийского бассейнов. Докл. АН СССР, т. 135, № 6, 1960.
- Loog, A. Pakerordi lademe litostratigraafilisest liigestusest avamusel. VII Eesti Loodusuurijate päeva ettekannete teesid. Tartu, 1964.

PAKERORDI LADEME LIIVA-ALEUROLIIDI KIHTKONNA LITOLOOGIAST AVAMUSEL

A. Loog

Resümee

Pakerordi lademes esineb liivakive, aleuroliidide, savised ja argilliidide. Ülgase ($A_{II}Ü$), maardu ($A_{II}M$), suurjõe ($A_{II}S$) ja orasoja ($A_{II}O$) kihistikud koosnevad liivakividest ja aleuroliididest (joon. 1).

Ülgase kihistikus esinevad peamiselt horisontaalkihilised jämedad aleuroliidid (joon. 2 ja 3). Neil lasuvad maardu kihistiku horisontaal- ja kallakihilised peeneteralised liivakivid (joon. 7), milles on rohkesti puudulukuliste käsijalgsete fosfaatseid kaasi. Suurjõe kihistik koosneb kallakihilistest keskmise- ja segateralistest liivakividest (joon. 8), milles esineb käsijalgsete kaante murdosid. Orasoja kihistikus on valdavad horisontaalkihilised jämedad aleuroliidid (joon. 9).

Pakerordi lademe aleuroliidide ja liivakivide mineraloogiline koostis on üsna ühtlane. Esinevad peamiselt kvartsaleuroliidid ja liivakivid, millele peenliiva fraktsiooni terad on keskmiselt ja hästi ümardatud (joon. 4). Aleuroliidid ja liivakivid on hästi sorteeritud (joon. 5) ja enamikus nõrgalt tsementeerunud. Tsemendi moodustavad savimineraalid ja ka karbonaadid, püriit ning fosfaatne materjal.

Puudulukuliste käsijalgsete fosfaatsete kaante kuhjatised moo-

dustavad maardu ja suurjõe kihistikus tööstuslikke fosforiidi-maardlaid.

Pakerordi lademe aleuoliidid ja liivakivid kujunesid madal-veelises basseinis varem kujunenud setete korduva ümbersettimise tulemusel (joon. 10 ja 11), kuid basseini kanti ka uut purdmaterjali. Basseini arengus võib eristada kolme staadiumi.

ON THE LITHOLOGY OF THE SAND-ALEUOLITES STRATA OF THE PAKERORT STAGE AT THE OUTCROP

A. Loog

Summary

The Ülgase member ($A_{II}\bar{U}$) chiefly consists of horizontally laminated coarse-grained aleuolites, the Maardu member ($A_{II}M$) — of horizontally and obliquely laminated fine-grained sandstones, the Suurjõe member ($A_{II}S$) — of obliquely laminated medium- and inequigranular sandstones, the Orasoja member ($A_{II}O$) — of horizontally laminated coarse-grained aleuolites. The mineralogical composition of the aleuolites and sandstones of the Pakerort stage is uniform and they chiefly consist of quartz aleuolites and sandstones. The quartz grains are well- and medium-rounded. The aleuolites and sandstones are well sorted and dominantly slightly cemented with clay-minerals, carbonates, pyrite and calcium phosphate.

In the sandstones and aleuolites of the Pakerort stage there are phosphatic valves and fragments of brachiopods. The lenticular accumulations of phosphatic valves and fragments of brachiopods, the so-called brachiopod conglomerates, constitute the industrial occurrence of phosphorite.

The aleuolites and sandstones of the investigated members were formed in the shallow sea basin as products of redeposition of previously deposited sandstones. The clastic material was carried into the basin from the Baltic shield.

One may distinguish three cycles of sedimentation in the development of the basin.