

# ВЕРХНЕМЕЛОВЫЕ СИЛИЦИТЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ - НЮАНСЫ ЛИТОГЕНЕЗА

А.И. Кудаманов, Павлуткин И.Г., Т.М. Карих  
ООО Тюменский нефтяной научный центр



РОСНЕФТЬ  
НАУЧНО-ПРОЕКТНЫЙ  
КОМПЛЕКС

## UPPER CRETACEOUS SILICITES OF WEST SIBERIA - DETAILS OF LITHOGENESIS

A.I. Kudamanov, I.G. Pavlutkin, T.M. Karikh  
Tyumen Petroleum Research Center, Tyumen, Russia

### АННОТАЦИЯ

В верхнемеловых глинисто-кремнистых отложениях Западной Сибири по данным рентгено-структурного анализа (РСАобщ) обнаружена неравномерная степень кристаллизации опал-кристаллит-тридимитовой фазы кремнезёма (ОКТ-фазы), закономерно проявленная по латерали. Кристаллизация аморфного кремнезёма составляет от 5-10 до 100 %. При содержании обломочного материала 5-15 % (по данным петрографии; преобладает кварц «излишки» кварца (до 70 %), вероятнее всего, образовались в результате кристаллизации ОКТ-фазы. Петрографическим анализом уверенно оценить степень кристаллизации ОКТ-фазы не представляется возможным ввиду ограничения разрешающей способности метода. Применение Растровой Электронной Микроскопии (РЭМ) с увеличением 5-6 тыс. раз позволяет диагностировать состояние кремневой составляющей пелитоморфных отложений. Установлено, что в породах с наименьшей долей «излишков» кварца (и высоким содержанием ОКТ-фазы) аморфный кремнезём представлен овальными обособлениями (леписферами, Ø 3-5 мкм). В породах с равными содержаниями излишков кварца и ОКТ-фазы к леписферам добавляются спонвидные агрегаты кремнезёма. Там, где ОКТ-фаза не регистрируется совсем, леписферы не установлены – «излишки» кварца присутствуют в виде шнуровидных агрегатов микрокристаллитов кварца.

### ABSTRACT

In the Upper Cretaceous clay-siliceous sediments of West Siberia, the XRD analysis helped to reveal an uneven degree of crystallization of the opal-cristobalite-tridimite phase of silica (OCT phase), laterally irregular. The crystallization of amorphous silica ranges from 5-10 to 100%. With detrital material content of 5-15% (according to petrography data, quartz prevails), "excess" quartz (up to 70%) was most likely formed as a result of crystallization of the OCT phase. It is not possible to confidently estimate the degree of crystallization of the OCT phase by petrographic analysis due to its limited resolution. Scanning Electron Microscopy (SEM) with magnification factor of 5-6 thousand allows to detect the condition of the siliceous component of pelitomorphic deposits. It was found that in rocks with the lowest proportion of "excess" quartz (and a high content of the OCT phase), amorphous silica is represented by oval segregations (lepispheres, 3-5 microns in diameter). In rocks with equal amounts of excess quartz and OCT phase, shaft-shaped silica aggregates are added to the lepispheres. Where the OCT phase is not registered at all, no lepispheres are found, and "excess" quartz is present in the form of cord-like aggregates of quartz microcrystallites.

### МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ, РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты комплексного изучения глинисто-кремнистых отложений постсенноманского верхнего мела Западной Сибири (глубина залегания от 600 до 1200 м) объективно свидетельствуют о резко неравномерной степени кристаллизации ОКТ-фазы, закономерно проявленной на площади до 2,5 млн. кв. км. Количество обломочного кварца (по шлифам; 5-15 %) противоречит данным РСАобщ (до 85 %). Микроскопический новообразованный кварц не различим под поляризационным микроскопом) выявляется только на Изображениях РЭМ при увеличении и менее 5-6 тыс. раз. Причины неравномерной по латерали кристаллизации ОКТ-фазы на современном уровне изученности не имеют уверенной, фактически обоснованной интерпретации.

В результате региональных работ в составе надсенноманского верхнего мела Западно-Сибирской плиты выделено 4 сейсмостратиграфических комплекса (ССК) [Агалаков, 2020, рис. 1]: кузнецовский (турон-нижний коньяк), нижеберёзовский (коньяк-сантон), верхнеберёзовский (кампан) и ганькинский (маастрихт). По керну и каротажу в составе ССК установлены стратоны площадного проявления.

Например (рис. 2), в составе кузнецовского ССК (снизу вверх) – дорожковская свита (битуминозная в нижней части – мамийская пачка, нижний турон), газалинская пачка алевролитов (средний-верхний турон; выделена на востоке ЗСП), в кровле – мяряохинская пачка глауконитовых глин (нижний коньяк). В нижеберёзовском ССК (рис. 3) – опоквидные глины пласта НБ4 (средний коньяк), алевролиты пласта НБ3 (верхний коньяк; выделены локально на крайнем северо-востоке ЗСП), опоквидные глины пласта НБ2 (нижний сантон), в кровле – опоки пласта НБ1 (верхний сантон).

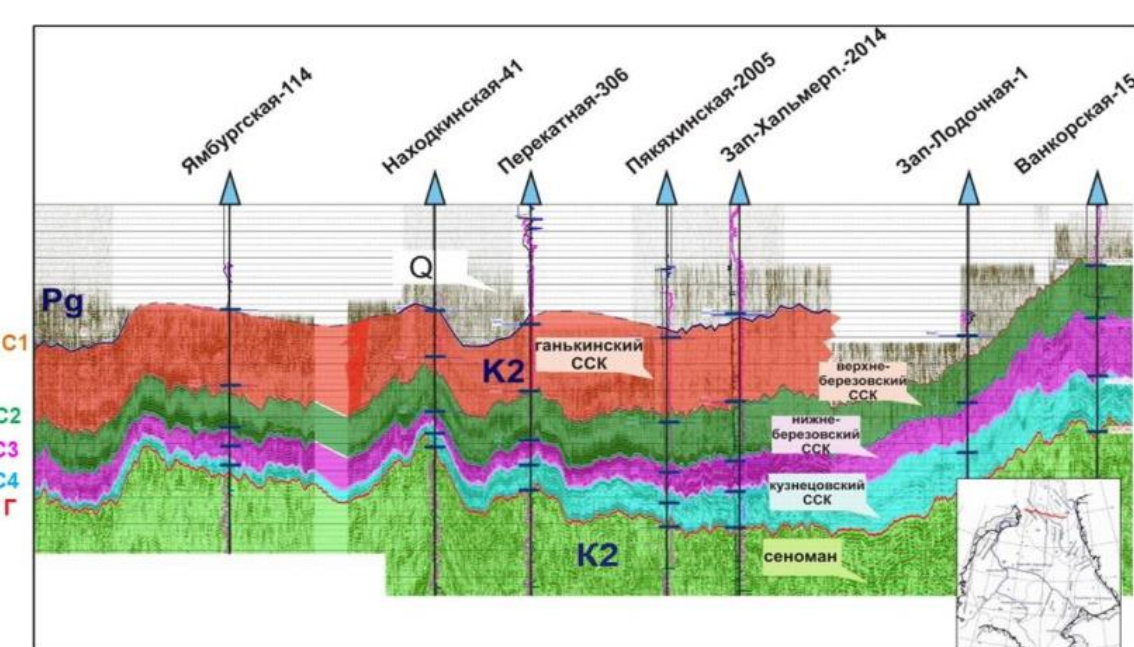


Рис. 1. Композитный сейсмический профиль; 3-В [Агалаков, 2020].

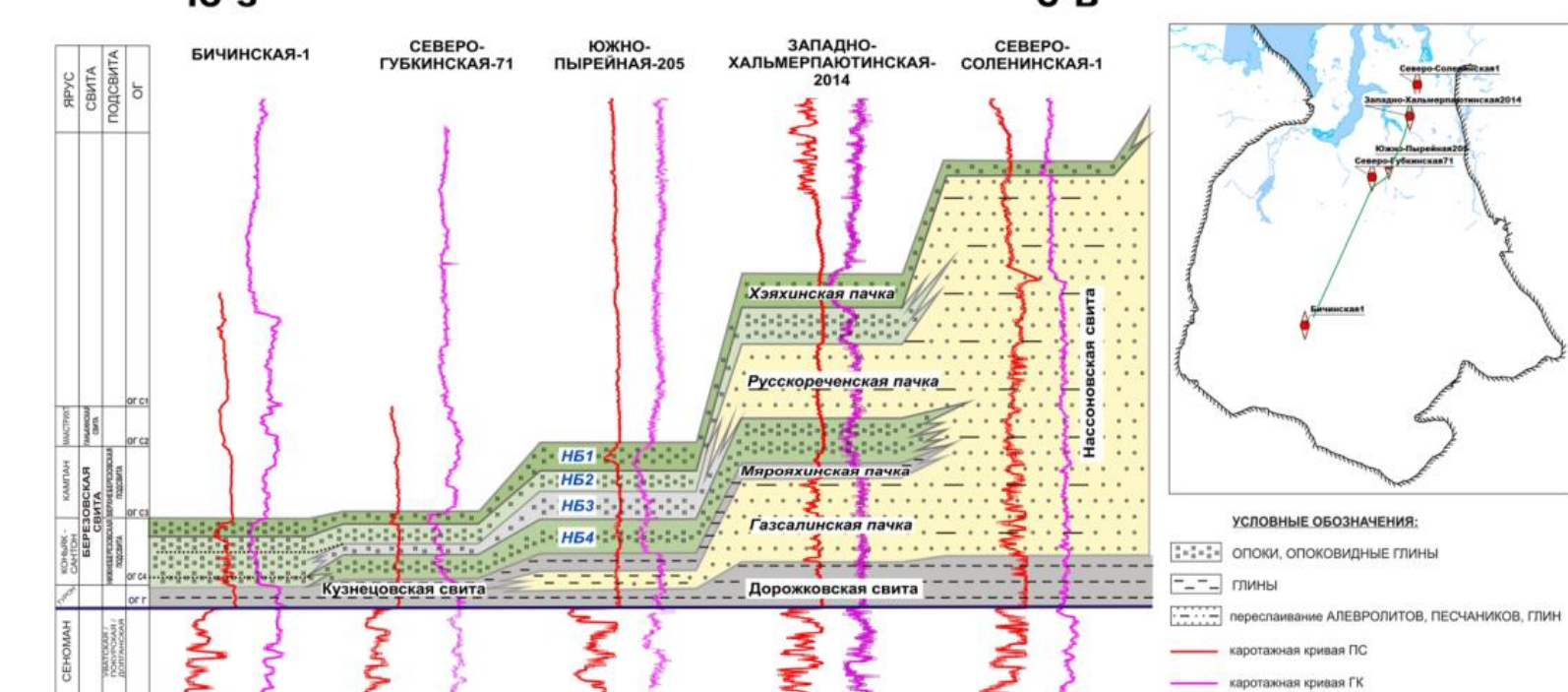


Рис. 2. Сема концептуального строения нижних ССК; ЮЗ-СВ [Агалаков, 2020].



Рис. 3. Сема концептуального строения верхних ССК; ЮЗ-СВ [Агалаков, 2020].

Для проведения корреляции литостратонов (рис. 4) использовано – 265 тыс. пог. км. 2Д сейсмки; 3 000 скважин, вертикальное сейсмопрофилирование (ВСП, 186 скважин).

Построено 17 региональных схем корреляции (11 – субширотного, 6 – субмеридионального направления) с использованием 220 скважин. Также построено 16 детальных схем корреляции в зоне фациальных переходов с использованием 148 скважин (показаны зелёным цветом). С учётом результатов корреляции построены схематические карты общих толщин каждого ССК и отдельных стратонов [Агалаков, 2020].

Усреднённые значения ряда параметров глинистых опок стратона НБ1 нижеберёзовского горизонта по скважинам месторождений Западной Сибири.

Красным контуром выделены скважины рассмотренные в качестве примера.

Степень кристаллизации опала (последний столбец):

- минимальная (2 %) в скв. 1311;
- максимальная (100 %) в скв. 6145;
- средняя (41 %) в скв. 520

Рис. 6. Результаты регионального изучения опок стратона НБ1 верхнего мела Западной Сибири

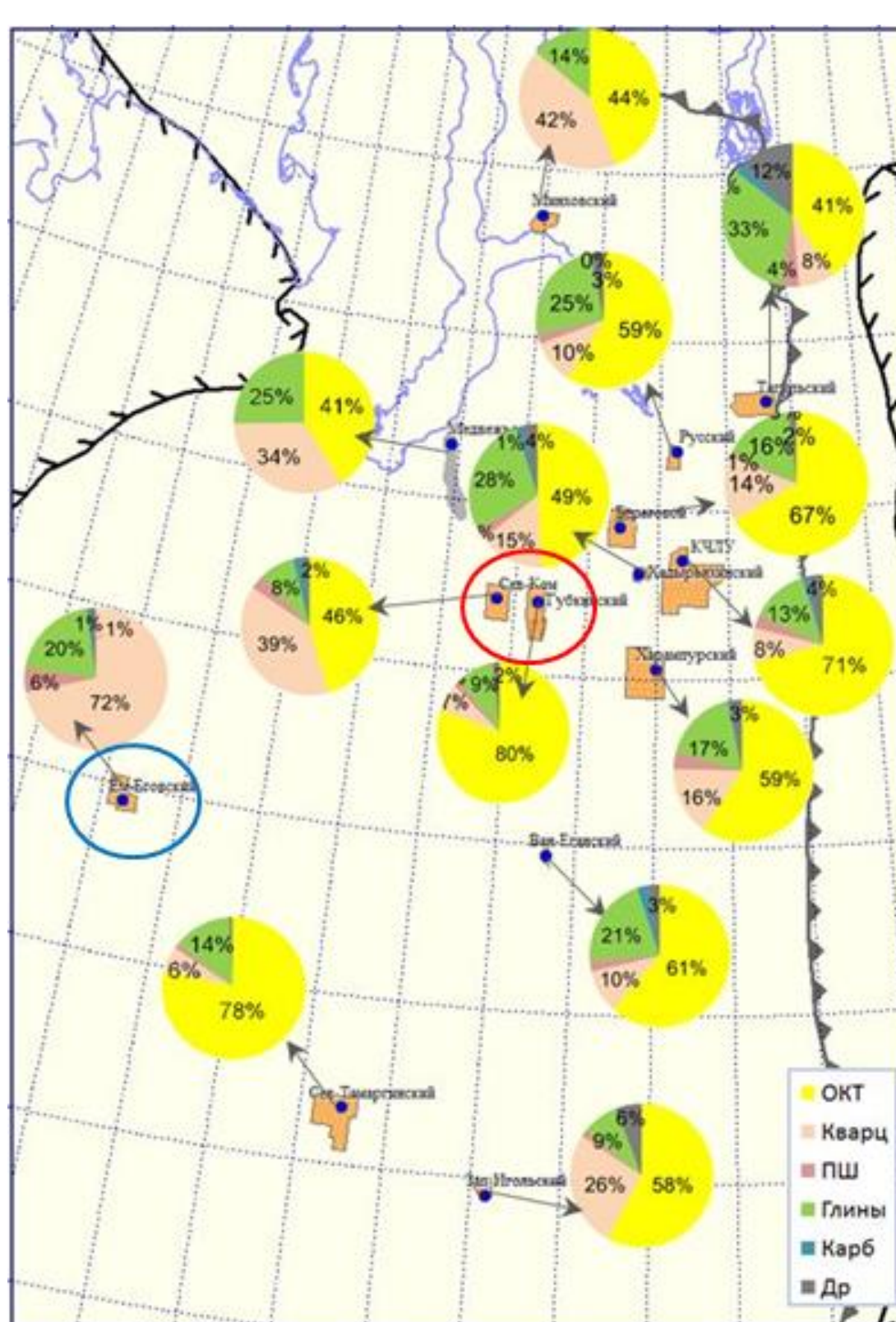


Рис. 6. Результаты изучения методом РСАобщ опок стратона НБ1 нижеберёзовского горизонта в пределах территории ЗСП. ПШ – полевые шпаты, ОКТ-фаза – опал-кристаллит-тридимит. Красный овал – скв. 520 и 1311 Синий овал – скв. 6145

По данным РСАобщ, в опоках западной части ЗСП в составе породообразующих компонентов установлено значительное содержание кварца (34-72 %). Под микроскопом доля визуально различного (обломочного – терригенного и пирокластического) кварца составляет, как правило, не более 5-7 %.

Со всей очевидностью, криптокристаллический кварц (не видимый под микроскопом, но регистрируемый рентгеновским методом) является результатом постепенной кристаллизации аморфного кремнезёма (ОКТ-фазы), седиментогенно входящего в состав глинисто-кремнистых илов-коллоидов [Бурлин, Плюснина, 2008]. Значения параметров РСАобщ (в %) и распределение их на территории ЗСП приведены на Рис. 5.

Рис. 8. Леписферы (колобки) ОКТ-фазы в опоках скв. 1311 Губкинского ЛУ

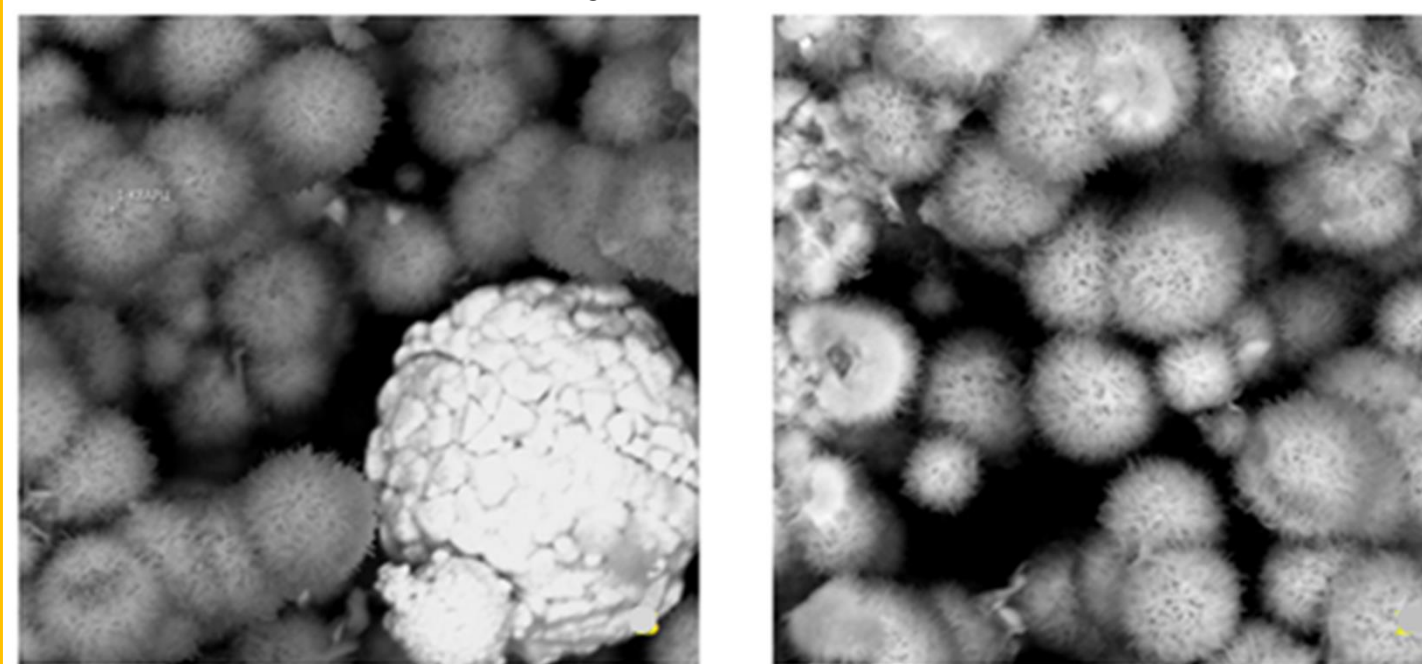


Рис. 8. Изображения РЭМ. Примеры леписфер и глобул. СЛЕВА – стяжение пирита (10-12 мкм), леписферы (3-4 мкм) ОКТ-фазы (скв. 1311). СПРАВА – леписферы (2-3 мкм) ОКТ-фазы (скв. 1311). Пласт НБ1, гл. по бур. 788,43 м. Увеличение 4870

Рис. 9. Леписферы («ёжики») ОКТ-фазы в опоках скв. 520 Северо-Комомольского ЛУ

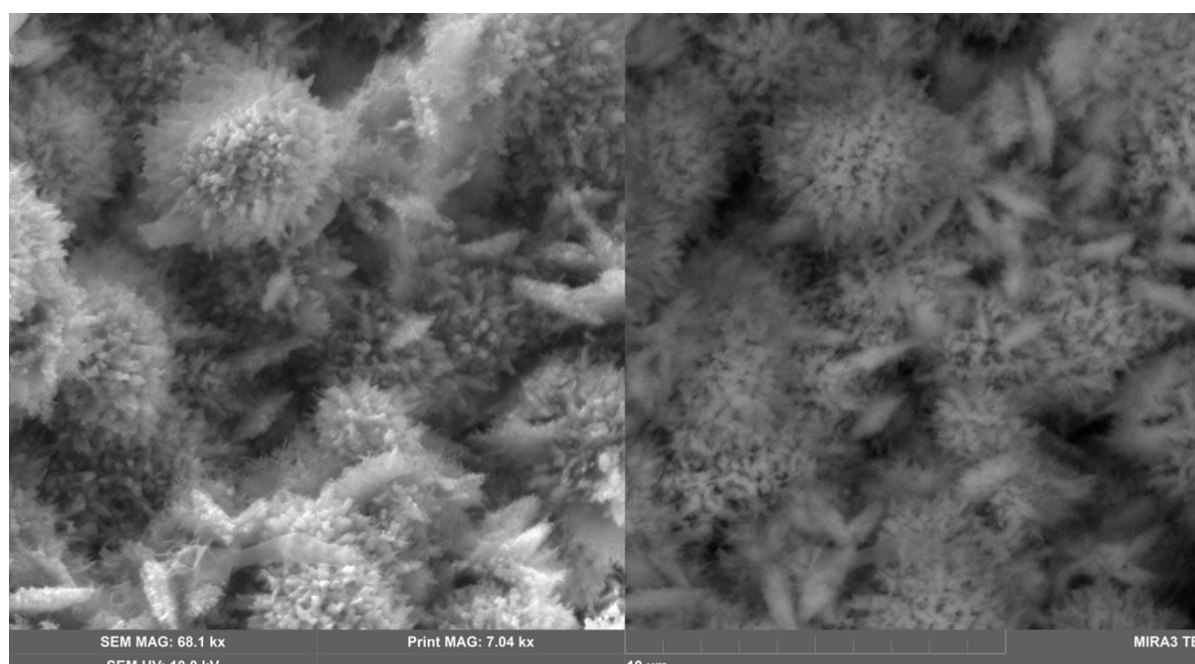


Рис. 9. Изображения РЭМ. Скв. 520. Пласт НБ1, гл. по бур. 992,24 м. Увеличение ×7040 (один ракурс разными методами).

Обособления ОКТ-фазы в опоках скв. 520 более «лохматые» («ёжики» или «усыхающие колобки») за счёт увеличения размеров шиповидных наростов (кристаллитов кварца). И между «ёжиками» появляются спонвидные агрегаты (сложенные так же кристаллитами кварца).

Рис. 10. Кристаллиты («сухарики») микрокварца в опоках/силицитах скв. 6145 Ем-Ёговского ЛУ

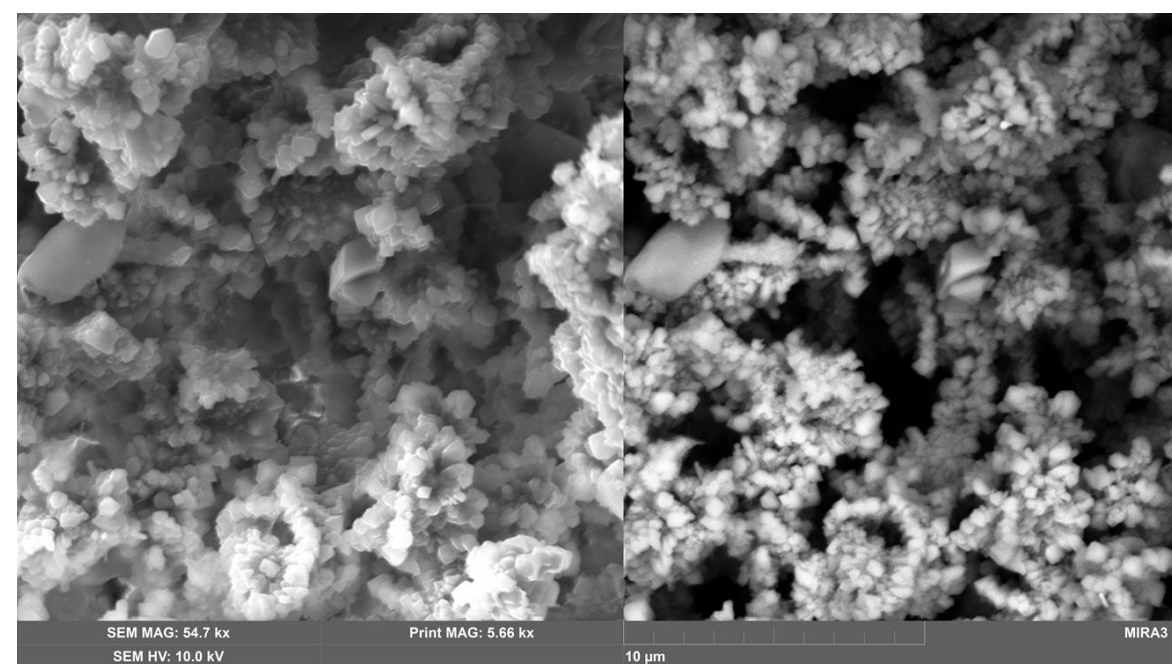


Рис. 10. Изображения РЭМ. Ем-Ёговский ЛУ. Пласт НБ1, гл. по бур. 861,45 м. Увеличение ×5660 (один ракурс разными методами).

В силицитах стратона НБ1 в скв. 6145 леписферы кремнезёма не установлены (ни «колобки», ни «ёжики») – преобладающая форма кремнезёма в виде экзотических агрегатов микроскопических кристаллитов (переплетённые цепочки угловатых «бусин»). Что, очевидно, является результатом полной (100 %) кристаллизации ОКТ-фазы

СЛЕВА. Карта гравиостратонного поля ЗСП. Красный овал – Ем-Ёговский ЛУ. Синий овал – участок Губкинского и Северо-Комсомольского ЛУ.

Степень кристаллизации ОКТ соответствует значениям, указанным на рис. 5. Зелёный цвет отражает отрицательные аномалии гравитационного поля (участки гранитизации земной коры). Красный пунктир – Трансевразийский сдвиг, чёрный – Тургайский сдвиг; чёрный контур – зона Колтогорско-Уренгойских рифтов (ООО «ТННЦ», Т.В. Глухов, М.Ю. Новосёлова, 2023).

СПРАВА. Карта комплексного параметра потенциальных полей (нормированные и суммированные гравитационное и магнитное поля; по И.В. Косареву, 2006) [Нежданов, 2021]. Наиболее крупные рифты: I – Уренгойско-Колтогорский; II – Худосейский; III – Аганский; IV – Ямальский; V – Худуттейский; VI – Шеркалинский; VII – Казымский; VIII – Кельсинский; IX – Восточно-Уральская система рифтов.

### РЕЗЮМЕ И ВЫВОДЫ

- Для образцов опок 3-х ЛУ установлено морфологическое различие проявлений кремнезёма на изображениях РЭМ, отражающее комплексные особенности результатов лабораторных исследований ядра для каждого ЛУ.
- Аморфный кремнезём (неустойчивый коллоид) при «старении» (обезвоживании) образует, так же неустойчивый, агрегат – промежуточный полу-аморфный ОКТ, который относительно быстро переходит в кристаллический кварц.
- Различное фазовое состояние кремнезёма свидетельствует, что на отдельных территориях ЗСП процессы «старения» протекали по ускоренному сценарию.
- На современном уровне изученности опок стратона НБ1 отсутствует возможность уверенной интерпретации конкретной причины (причин) такого ускорения.

### ЛИТЕРАТУРА

- Агалаков, С. Е. Геология и газоносность верхнемеловых надсенноманских отложений Западной Сибири: дисс. на соискание уч. ст. д.г.-м.н.: 25.00.12 / Агалаков Сергей Евгеньевич. – Тюмень, 2020. – 221 с.
- Бурлин Ю.К., Плюснина И.И. Фазовые переходы кремнезёма в нефтеносных толщах // Вести Моск. Ун-та. Сер. 4. Геология – 2008 - № 3. С. 24-31.
- Нежданов, А.А. Флюидодинамическая интерпретация сейсморазведочных данных: учебное пособие / А.А. Нежданов, А.С. Смирнов. – Тюмень: ТМУ, 2021. – 286 с. ISBN 978-5-9961-2761-0.

Рис. 5. Некоторые результаты лабораторных исследований (ООО «ТННЦ», 2023).

№ скв.	Кол-во образ., шт.	Привязка		Степень кристаллизации, %	Плотность, г/см³	Пористость по газу, %	Проницаемость по газу, мД	Общая глинистость по РСАобщ, %	Кварц по РСАобщ, %	ОКТ по РСАобщ, %	Кристаллинность ОКТ, %	
		Кровля по ГПС	Половина по ГПС, м									
520	40 образ.	990,80	998,90	НБ1	32,6	0,265	1,59	2,36	8,10	38,50	45,00	41
1311	14 образ.	771,50	800,00	НБ1	40,7	0,17	1,33	2,25	9,10	7,10	80,90	2
6145	8 образ.	862,60	869,20	НБ1	33,2	0,22	1,75	2,62	19,10	77,60	0,00	100
85	31 образ.	1054,00	1065,00	НБ1	14,9	0,07	1,86	2,18	10,10	8,30	68,50	13
84	30 образ.	1095,40	1110,60	НБ1	16,6	1,08	1,91	2,29	16,50	14,70	65,90	17
187	15 образ.	1023,00	1037,00	НБ1	15,9	0,07	1,87	2,23	21,60	15,30	49,00	24
1307	23 образ.	581,00	601,00	НБ1	31,1	1,64	1,62	2,35	24,50	10,80	58,90	12
1029H	9 образ.	951,00	958,00	НБ1	28,3	0,36	1,65	2,30	16,10	8,30	67,80	12
1029B	31 образ.	933,00	938,00	НБ1	29,4	0,21	1,60	2,28	22,20	8,20	66,70	4
70	13 образ.	862,00	871,00	НБ1	18,2	6,27	1,90	2,32	12,50	37,80	39,60	38
188H	16 образ.	808,00	823,00	НБ1	18,5	0,78	1,87	2,29	5,50	13,50	76,30	17
59	3 образ.	828,00	832,00	НБ1	44,3	0,22	1,29	2,32	13,70	5,90	78,50	5
21E	13 образ.	808,00	820,00	НБ1	15,5	0,03	1,82	2,15	11,30	11,00	70,70	14
906I	7 образ.	848,00	859,00	НБ1	43,4	1,71	1,36	2,29	20,40	9,10	55,80	13
311H	5 образ.	781,80	783,20	НБ1	35,1	0,15	1,52	2,41	8,60	26,30	57,90	25
4C	3 образ.			НБ1					16,20	37,10	40,50	30