



## ГЕОЛОГИЯ

УДК 553.623.7(47–12)

### ТИПОМОРФИЗМ КЛАСТОГЕННОГО КВАРЦА ИЗ РАЗРЕЗОВ «МЕЛОВАТКА-5» И «МЕЛОВАТКА-6» (сеноман юго-востока Русской плиты)

О. П. Гончаренко, М. В. Соломон, Е. М. Первушов, Д. А. Шелепов

Саратовский национальный исследовательский государственный университет  
имени Н. Г. Чернышевского

E-mail: goncharenkoop@mail.ru; solomonmv@list.ru; pervushovem@mail.ru

Изложена методика изучения типоморфных признаков зерен кластогенного кварца терригенных пород меловатской свиты стратотипического и парастратотипического разрезов. Исследованы расчетные и наблюдаемые типоморфные признаки зерен кварца и проведена статистическая обработка значений параметров их сферичности и изометричности. Выделены критерии, определяющие петрогенную или литогенную природу кластогенного кварца.

**Ключевые слова:** кластогенный кварц, литогенный и петрогенный кварц, типоморфные признаки кварца: расчетные и наблюдаемые.

#### Typomorphism of Clastogene Quartz from the «Melovatka-5» and «Melovatka-6» Sections (the Cenomanian from the Southeast of the Russian Plate)

O. P. Goncharenko, M. V. Solomon, E. M. Pervushov, D. A. Shelepov

The paper deals with the methods for studying typomorphic features of clastogene quartz grains from the Melovatka suite terrigenous rocks within the stratotype and parastratotype sections. Calculated and observable typomorphic features of quartz grains have been examined; statistic analyses of their sphericity and isometricity parameter values have been made. Criteria for determining petrogenic or lithogenic nature of clastogene quartz have been specified.

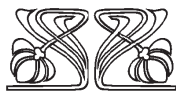
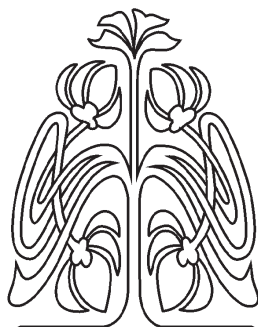
**Key words:** clastogene quartz, lithogenic and petrogenic quartz, quartz typomorphic features: calculated and observable.

DOI: 10.18500/1819-7663-2016-16-2-98-104

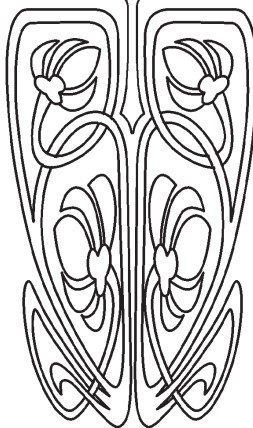
Обломочный кварц является доминирующей составляющей терригенных пород плитного комплекса. Результаты анализа типоморфных признаков зерен кварца могут послужить значимым условием при палеогеографических реконструкциях, выделении источников поступления элементов (накопленного, аккумулярованного или итогового) терригенного комплекса.

Преимущество в изучении терригенных включений кварца по сравнению с другими компонентами литифицированного осадка основывается на ряде признаков. Изначально содержание зерен кварца в процентном соотношении превышает другие компоненты в осадочных породах. Кроме того, степень окатанности зерен кварца может четко свидетельствовать о гидродинамических условиях седиментации, т. е. морфология зерен кварца в значительной степени отражает динамику среды. Еще одним важным условием в пользу изучения именно кварца является его высокая физико-механическая устойчивость (4 группа устойчивости с микротвердостью 1000–1300 по предложенной М. Бергером шкале значений [1]). Этот признак указывает на постоянство однажды приобретенного габитуса кристалла (зерна) и относительно медленное изменение формы зерна при неоднократных седиментационных циклах.

При разработке местной стратиграфической схемы верхнего мела Поволжья [2] значительные затруднения возникли с расчленением и обоснованием границ на уровне подсвиты при изучении интервалов



НАУЧНЫЙ  
ОТДЕЛ





терригенных пород (альб – сеноман, сантон – кампан). Тематические исследования способствовали более детальному изучению альбского – сеноманского интервала в пределах северной части Доно-Медведицкого вала [3] и выделению здесь стратотипической местности меловатской свиты. Впоследствии было установлено, что образования верхнемеловатской подсвиты здесь отсутствуют, и определена зависимость мощности фосфоритового горизонта в основании перекрывающих туронских мергелей от глубины эрозионного среза подстилающих пород сеномана [3]. Наличие значимых границ подсвитного уровня подтверждено результатами палеонтологических и петромагнитных исследований, эти уровни сопоставлены по ряду разрезов стратотипической местности [2, 3]. К сожалению, детальных лабораторных исследований литологического и минералогического состава пород до настоящего времени не проводилось, хотя для полноты характеристики стратотипа свиты это необходимо. В 2014–2015 годах проведено послойное опробование разрезов на разные виды аналитических исследований. В частности, апробирована методика изучения типоморфных признаков зерен кварца из алевроитовых и псаммитовых пород разрезов «Меловатка-5» и «Меловатка-6».

#### Объект и методика исследования

Стратотипическая местность меловатской свиты приурочена к правому борту реки Медведица, расположена между селом Меловатка и городом Жирновск (северо-запад Волгоградской области). Разрез «Меловатка-6» представляет собой крупный обрыв, прорезаемый тремя оврагами с крутыми стенками, которые раскрываются непосредственно к правому берегу Медведицы (рис. 1).

Благодаря высоте обрывистых стенок (около 50–60 м) и пологому наклонному залеганию слоев в юго-западном направлении здесь можно проследить интервал пород верхнего альба, нижнего и среднего сеномана, среднего турона. Разрез «Меловатка-5» дополняет характеристику пород нижней части меловатской свиты, ее нижней подсвиты. В этом разрезе более достоверно выражены фосфоритовые горизонты, которые выдержаны по простиранию и отличаются большей мощностью, чем в синхронных интервалах пород разреза «Меловатка-6». Интерес к этим горизонтам обусловлен тем, что к ним приурочены наиболее низкие интервалы находок в меловатской свите брахиопод, декапод и акуловых рыб.

В основу рассматриваемого метода изучения типоморфных особенностей кварца, следуя ряду исследователей [4–10], был положен морфотипный анализ зерен. Поскольку при этом анализе выделяются и определяются конкретные значения тех или иных величин включений кварца, то данные параметры мы рассматриваем как «расчетные признаки» зерен кварца. Характеристики визуально наблюдаемых и описываемых особенностей форм и включений используем как «наблюдаемые признаки» зерен кварца.

«Расчетные признаки» зерен кварца. Морфотипный анализ зерен основывается, в частности, на определении значений параметра их сферичности. Данный параметр не раз использовался рядом авторов. Так, авторы [6], которые изучали коэффициент сферичности и коэффициент округленности, писали, что коэффициент округленности зависит главным образом от первоначального габитуса зерен и характеризует степень близости формы обломка к сфере. Они предлагают вычислять коэффициент округленности по формуле  $Q = (\sum r_i/R)/N$ , где  $R$  – радиус круга, вписанного в

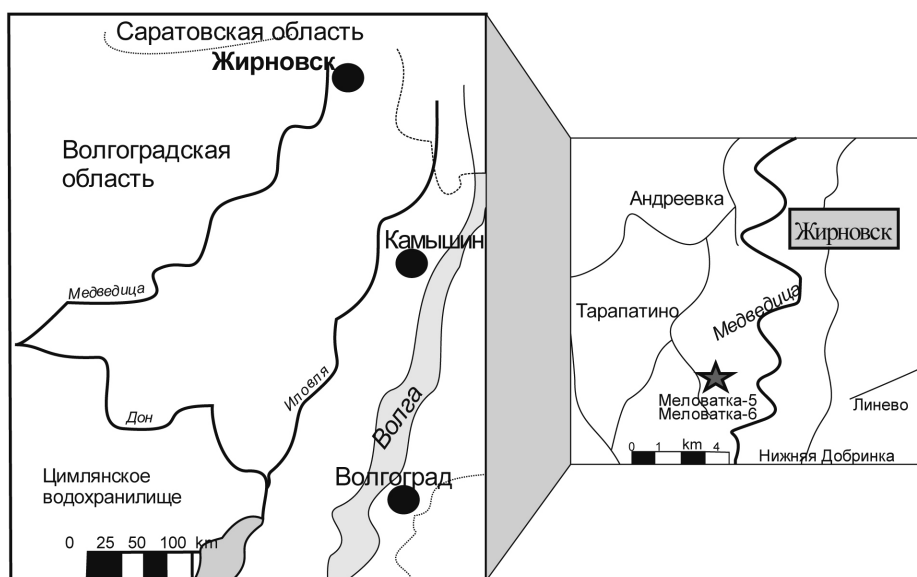


Рис. 1. Местоположение разреза «Меловатка-5» и «Меловатка-6»



контур зерна;  $r_i$  – радиусы закруглений на контуре частиц, имеющих кривизну, меньшую  $R$ ;  $N$  – число измерений. Данный метод очень трудоемок и имеет весьма большую неточность.

Н. Шванов и И. М. Пискижов предложили способ измерения коэффициентов не по зарисовкам, а при помощи специальной линейки, которая вставляется в верхнюю часть тубуса или в окуляр. Нужно отметить, что данная методика в настоящее время сильно устарела и имеет ряд недостатков. В последнее время используется метод, изложенный в работе А. И. Ялышевой [10], который заключается в детальном исследовании каждого пятого зерна кварца в шлифах под микроскопом, где размерность зерен составляет 0,25–0,5 мм. Сферичность в этом случае рассчитывается по формуле  $\phi = S_1/S_2$ , где  $S_1$  – площадь зерна,  $S_2$  – площадь круга, описанного вокруг него.

Г. Г. Леммлейн и В. С. Князев [9] отмечают, что установление различий между зернами кварца может быть сделано без изготовления шлифов, что облегчает статистические подсчеты и повышает точность работы, так как при этом зерна просматриваются во всем объеме, а не только в тонком срезе. При таком способе особенно отчетливо выступают все внутренние неоднородности просматриваемых зерен, иногда почти не обнаруживаемые в проходящем свете и абсолютно невидимые в тонких шлифах». В последнее время параметр сферичности предложено вычислять по методу И. С. Ухова [11]:

$$O = \frac{S_{\text{впис.элл.}}^2}{S_{\text{опис.элл.}} \times S_{\text{частицы}}},$$

где  $S_{\text{впис.элл.}}$  – площадь вписанного эллипса в частицу,  $S_{\text{опис.элл.}}$  – площадь описанного эллипса вокруг частицы,  $S_{\text{частицы}}$  – площадь самой частицы (рис. 2). В то же время в Геологическом словаре [12] дана следующая формула, по которой предлагается вычислять проекционную сферичность:

$$\Phi = \frac{d}{D},$$

где  $d$  – диаметр круга, равного по площади изображению частицы;  $D$  – диаметр круга, описанного вокруг изображения.

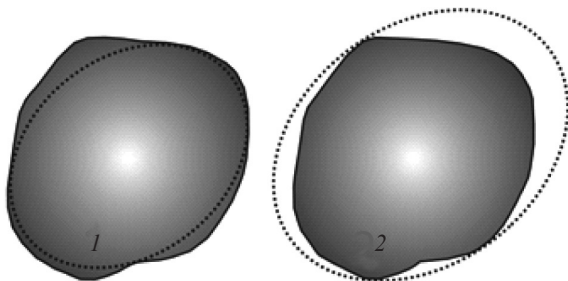


Рис. 2. Схема вычисления сферичности: 1 – максимально вписанный эллипс в частицу; 2 – максимально описанный эллипс вокруг частицы

Исходя из вышесказанного, мы предпочли изучение обломочного кварца в шлихах под микроскопом Axioskop 40 фирмы ZEISS в отраженном свете с выводом изображения на экран монитора при помощи камеры AxioCamMRC 5, с последующей зарисовкой контура зерна и измерением значений параметров сферичности и изометричности. Авторы сочли нужным использовать для расчета сферичности методику, предложенную И. С. Уховым [11], сопоставляя свои результаты с палеткой округленности, представленной им. В приведенной палетке для каждой формы зерна дана постоянная сферичность. Мы считаем полезным использовать такой способ при определении сферичности, так как обработка большого количества зерен приводит к неизбежной погрешности.

Значение изометричности определяется в шлихах как отношение длины большой и малой осей эллипсоидальной (сфероидной) формы зерна. Шкала интервалов значений изометричности использована по данным А. И. Ялышевой [10]: 0,0–0,2 – резко анизометричные (продолговатые, сильно вытянутые вдоль одной оси), 0,2–0,4 – умеренно анизометричные; 0,4–0,6 – анизометричные, т. е. зерна удлиненные, вытянутые вдоль одной оси; 0,6–0,8 – умеренно изометричные; 0,8–1,0 – сильно или весьма изометричные зерна, очертания их почти сферические.

«Наблюдаемые признаки» зерен кварца – это, в частности, визуальная округленность зерен, наличие включений минералообразующей среды – газовой-жидкой компоненты, присутствие включений минералов и вариации приведенных выше включений. В данном случае округленность зерен оценивалась в баллах: 1 – полуугловатые, 2 – полуокруглые и 3 – округлые зерна.

Таким образом, любое зерно кварца характеризовалось нами по шести типоморфным признакам, два из которых – это расчетные признаки и четыре – наблюдаемые признаки. Здесь важно отметить, что, согласно Л. В. Анфимову [4], кварц магматических и метаморфических пород, в составе осадочных терригенных пород рассматриваемый как петрогенный, обладает модальным значением сферичности 0,4–0,6. При этом зерна рециклированного кварца, неоднократно переотложенного из осадочных образований и определяемые как литогенные, характеризуются значениями в интервале 0,6–0,8.

Изучение типоморфных признаков обломочного кварца проводилось на основе детального опробования стратотипических разрезов меловатской свиты «Меловатка-5» и «Меловатка-6». Разрез «Меловатка-6» отличается наиболее полным по мощности и стратиграфическому построению набором пород алевритового и псаммитового состава, где и было отобрано и впоследствии изучено 54 шлиха (рис. 3). Первоначально проба подготавливалась (дезинтегрировалась, отмывалась, диспергировалась, отмучивалась) и затем рассеивалась на виброротапах. Кварц изучался



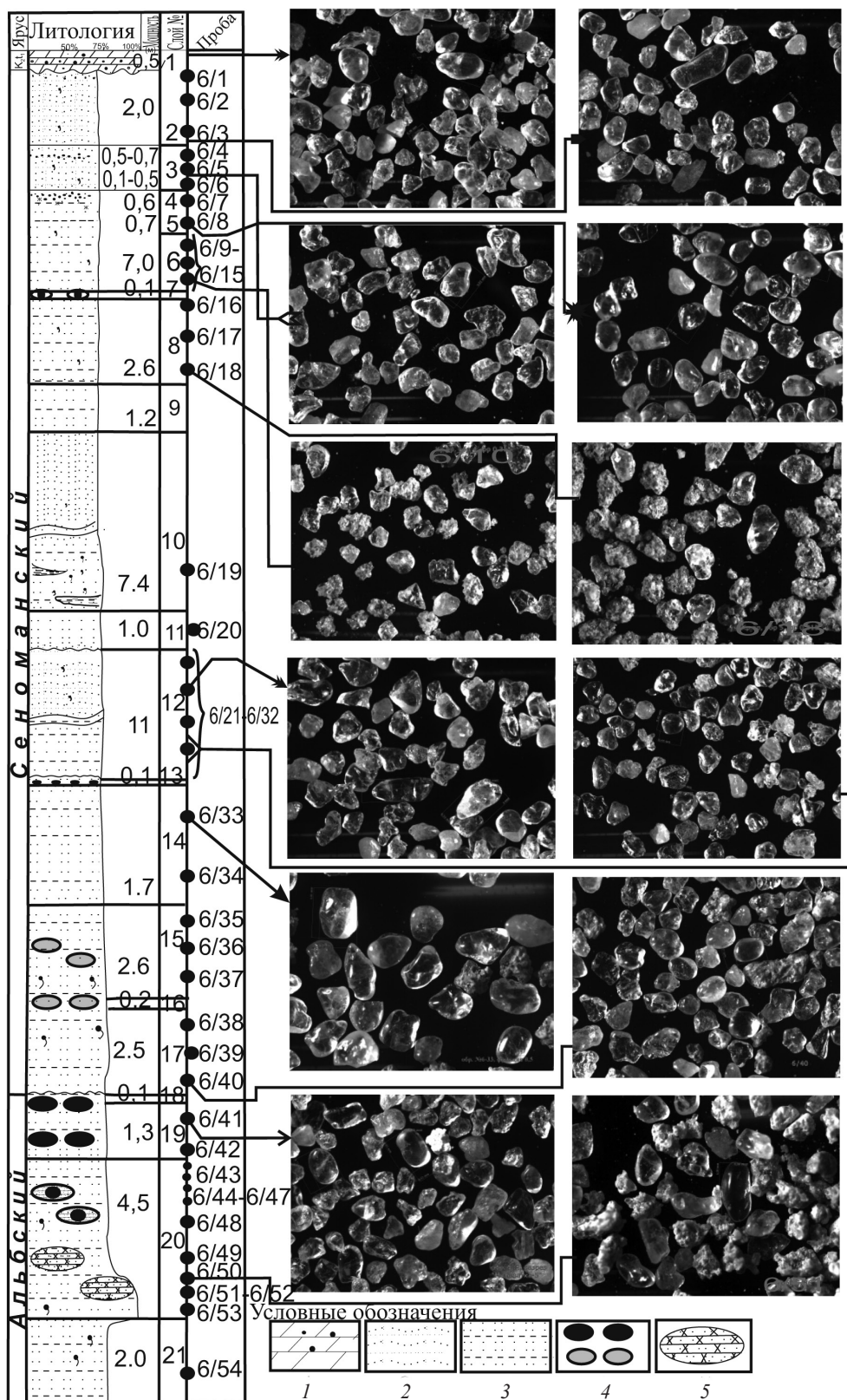


Рис. 3. Строение разреза «Меловатка-6» и схема его опробования. Изменение морфологии кварца в интервалах разреза (фракция 0,315, увеличение 2,5х): 1 – мергель песчаный, 2 – песок кварцевый (глауконита не более 10%); 3 – песок кварцево-глауконитовый с пелитовой составляющей, железистый; 4 – фосфоритные желваки и их агрегаты серые – «ненасыщенные», черные – «насыщенные»; 5 – песчаниковые стяжения



по методике Г. Г. Лейммлейна, В. С. Князева [9] и А. И. Ялышевой [10] с введенными дополнениями. Оптимальной фракцией, которая отвечает данной методике, является фракция размерностью 0,315. Эта фракция являлась рабочей для определения сферичности и изометричности зерен кварца, т.е. для определения «расчетных признаков». Для выявления «наблюдаемых признаков» зерен кварца исследовались фракции в интервале 0,25–0,5. Первоначально проба квартовалась по методу 100 зерен, а затем отправлялась на исследование. При значительных примесях не кварцевого материала проба подвергалась иммерсионному анализу.

### Результаты исследований и их обсуждение

1. Доля прозрачного кварца во всех изученных образцах составляет 40 – 50% от общей массы пробы, доля опалесцирующих разновидностей не превышает 3–5%. На долю кварца с мелкими включениями минералов и включений

минералообразующей среды, а также с совместным нахождением всех включений приходится порядка 35–45%. При этом доля зерен кварца с игольчатыми включениями минералов (рутилом) составляет 10%, а с мелкими включениями рудных минералов – около 35%. Из приведенных данных следует, что прозрачные разновидности во всех шлихах в процентном соотношении преобладают над другими разновидностями кварца, причем опалесцирующие виды, как правило, имеют высокие показатели сферичности. Газожидкие включения в прозрачном кварце расположены по зонам роста в теле минерала – хозяина или в виде одиночных микровакуолей.

2. По морфологическим признакам выделено две категории зерен кварца (таблица). Первая категория с хорошей окатанностью, где набор сферичности соответствует 0,548; 0,686 и 0,823, т.е. интервалу 0,6–0,8 (квартильный размах) с медианой = 0,643, и значением изометричности 0,4–0,6. Округленность зерен в баллах равна 3 (рис. 4). Дан-

Сводные данные по расчетным признакам зерен кварца из терригенных пород разреза «Меловатка-5» и «Меловатка-6»

Используемые параметры	Значения зерен кварца по выделенным группам	
	1-й категории	2-й категории
Значения сферичности:		
среднее	0,654	0,543
медиана	0,643	0,551
квартильный размах	0,6-0,8	0,4-0,6
Значения изометричности:		
среднее	0,835	0,662
медиана	0,762	0,680
квартильный размах	0,6-0,8	0,4-0,5
Предполагаемая природа кварца по Л. В. Анфимову	Литогенная	Петрогенная

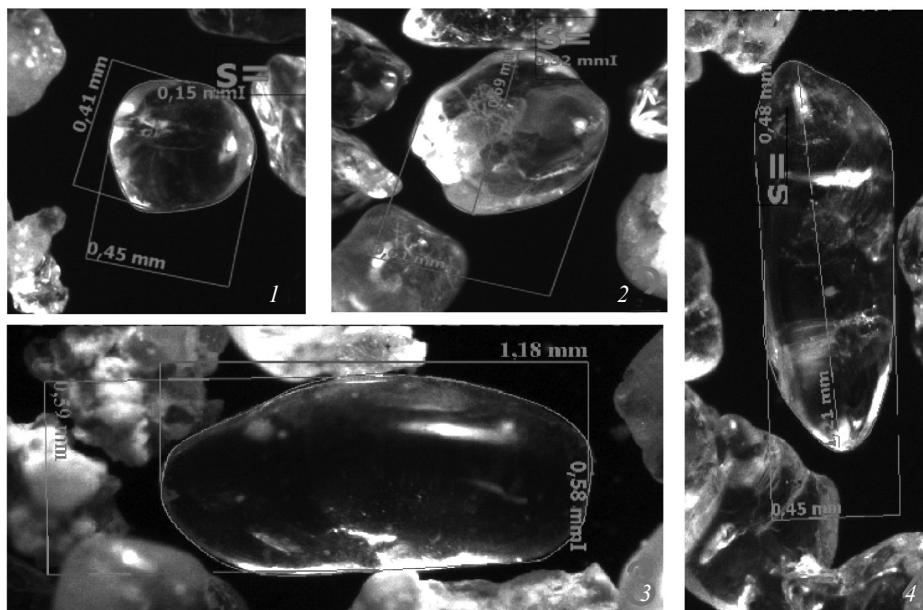


Рис. 4. Пример сферичности и изометричности кварцевых зерен: 1, 2 – сферичность 0,683 и 0,624 соответственно и изометричность 0,911 и 0,884 соответственно; 3, 4 – сферичность 0,543 и 0,511; изометричность 0,500 и 0,372



ная категория четко прослеживается по разрезу (см. рис. 2): это интервалы с 1 по 5 слой (обр. № 6/1–6/8) и с 11 по 12 слой (обр. № 6/20–6/32).

Выделена категория кварца с менее окатанными зернами, где набор сферичности соответствует 0,434; 0,546 и 0,621, т. е. квартильный размах равен 0,4–0,6 с медианой = 0,521 и значениями изометричности равными 0,6–0,8. Округленность зерен в баллах составляет от 1 до 2 (см. рис. 4). Данная категория соответствует образцам № 6/9–6/19 и № 6/33–6/54, характеризующим большую часть рассматриваемого интервала разреза.

Интервалы пород с хорошей окатанностью и сферичностью зерен кварца подстилают поверхности значительных по продолжительности стратиграфических несогласий. В первом случае (обр. № 6/20–6/32, рис. 2), верхняя часть слоя 12 и слой 11, над ними уверенно выделена поверхность перерыва в осадконакоплении, прослеженная в серии разрезов стратотипической местности по палеонтологическим и петромагнитным данным [3]. Предполагается, что выше залегающая поверхность перерыва в осадконакоплении формировалась в самом начале среднемеловатского (среднесеноманского) времени. Во втором случае (обр. № 6/1–6/8), выше интервала опробования, отчетливо выделяется региональная поверхность несогласного залегания пород среднего турона. Таким образом, интервалы хорошей окатанности и округленностью терригенных зерен формировались в верхней части относительно непрерывных разрезов пород, но были переработаны в условиях активной гидродинамики на ранних стадиях перестройки седиментационных процессов на рассматриваемой территории.

3. Определено наличие соотношения между значениями параметров сферичности и изометричности зерен кварца с насыщенностью вмещающих пород железисто-глинисто-карбонатными агрегатами (см. рис. 2). В интервалах алевритов и псаммитов, где зерна кварца отличаются малой вариабельностью значений сферичности и изометричности, возрастает содержание равномерно рассеянных цементированных агрегатов. Кроме того, было проведено сопоставление образцов фракции 0,315, в которых наблюдаются цементированные кварцевые частицы с образцами меньших фракций: 0,063, 0,05 и 0,04. В результате данной обработки было обнаружено наличие в более мелких фракциях, сопоставимых с коагулированными интервалами, серо-зеленого глауконита, образование которого согласно [13] связано с Fe-Al смектитом, формировавшимся из ферриалюмокремнистого геля. Можно предположить, что этот гель мог являться источником растворимого железа, ионы которого мигрировали и участвовали в процессе глауконитообразования. Это может объяснить ожелезненность цементирующего вещества кварцевых агрегатов фракции 0,315. Наличие здесь карбоната подтверждается данными иммерсионного анализа. Согласно по-

следним глаукониты фракции 0,315–0,063 имеют примесь карбонатов, что предполагает насыщение осадков (пород) рассматриваемых интервалов разреза различными по составу микродисперсными продуктами разложения органики. Интервалы разреза (обр. № 6/1–6/8) и с 11 по 12 слой (обр. № 6/20–6/32), характеризующиеся показателями сферичности кварцевых зерен, соответствующих рециклированному кварцу, не содержат цементированных кварцевых агрегатов.

Интервалы накопления зерен кварца с малой вариабельностью значений сферичности и изометричности соответствуют моментам осадконакопления с устойчивым придонным гидродинамическим режимом, что содействовало заселению поверхности субстрата водорослями, микро- и макроорганизмами. После отмирания представителей бентоса, осадок насыщался остающимися на месте обитания продуктами разложения органики. Захоронению створок и органического матрикса способствовали и глинистые частицы, характерные для подобных условий седиментации. Эпизодическое обогащение осадка минеральными и органическими частицами пелитовой размерности приводило к формированию относительно высокой зоны взмучивания, иловых вод над поверхностью осадка, со специфической биогеохимической средой.

4. Статистическая обработка расчетных признаков зерен кварца позволила выделить два типа кварцевых зерен, характеризующихся различными значениями сферичности и изометричности.

Первая группа зерен кварца характеризуется модальным интервалом значений 0,4–0,6 и обладает характеристиками магматического и метаморфического петрофонда. Вторая, рециклированная, группа зерен отличается модальными значениями 0,6–0,8, которые указывают на кварц, переотложенный из осадочных образований (таблица).

Таким образом, согласно статистической модели Л. В. Анфимова [4], зерна кварца в меловатских разрезах можно разделить на две категории. Первая, соответствующая образцам № 6/9–6/19 и № 6/33–6/54, имеет петрогенную природу и характеризует большую часть рассматриваемого интервала разреза. Вторая, наблюдается с 1 по 5 слой (обр. № 6/1–6/8) и с 11 по 12 слой (обр. № 6/20–6/32), характеризуется литогенным петрофондом. Установлено, что интервалы пород с показателями сферичности и изометричности зерен кварца, отвечающие рециклированному кварцу (обр. № 6/20–6/32) подстилают поверхности значительных по продолжительности стратиграфических несогласий, что может указывать на сильные гидродинамические условия терригенного осадконакопления в зоне верхней сублиторали. В свою очередь, данное обстоятельство подтверждает успешность методики изучения типоморфных признаков обломочного кварца.





## Библиографический список

1. Бергер М. В. Терригенная минералогия. М. : Недра, 1986. 227 с.
2. Зозырев Н. Ю. Вертикальное распространение фораминафер в сеноманских отложениях правобережного Поволжья (юг Пензенской, Саратовская и север Волгоградской областей) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2005. Т. 5, вып. 2. С. 27–33.
3. Первушов Е. М., Иванов А. В., Гужиков А. Ю., Гришина А. Н. Результаты комплексного изучения альбских – сеноманских отложений в разрезах Меловатка-6 и Красный Яр-1 (Волгоградская область) // Тр. / НИИ геологии СГУ им. Н. Г. Чернышевского. Нов. сер. 1999. Т. 1. С. 65–78.
4. Анфимов Л. В. Сферичность зерен кластогенного кварца из песчаников как индикатор природы источников при формировании осадков этих пород в геологическом прошлом // Минералогия Урала-2007 : сб. науч. ст. / ИМинУрО РАН, Ильменский гос. Заповедник. Миасс ; Екатеринбург, 2007. С. 298–300.
5. Астаркин С. В., Гончаренко О. П., Писаренко А. Ю. Терригенно-минералогическая характеристика бобринского горизонта саратовского заволжья : палеогеографические аспекты // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2014. Т. 14, вып. 1. С. 47–55.

6. Гроссгейм В. А., Бескровная О. В. Методы палеогеографических реконструкций (при поисках залежей нефти и газа). Ленинград : Недра, 1984. С. 123–134.
7. Кац М. Я., Симанович И. М. Кварц кристаллических горных пород (минералогические и плотностные свойства). М. : Наука, 1974. 188 с.
8. Лапинская Т. А. К вопросу о количественной характеристике формы зерен обломочных минералов // Советская геология. 1947. № 18. С. 156–160.
9. Леймлейн Г. Г., Князев В. С. Опыт изучения обломочного кварца // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1951. № 4. С. 99–101.
10. Ялышева А. И. Типоморфизм кластогенного кварца из докембрийских отложений южного и среднего Урала // Литосфера. 2010. № 1. С. 64–83.
11. Ухов И. С. Новая методика определения окатанности песчаных кварцевых зерен // Ярослав. пед. вестн. 2013. Т. III (Естественные науки), № 4. С. 284–289.
12. Арсланова Х. А., Голубчина М. Н., Искандерова А. Д. Геологический словарь : в 2 т. ; под ред. К. Н. Паффенгольца. 2-е изд., испр. М. : Недра, 1978.
13. Афанасьева Н. И., Зорина С. О., Губайдуллина А. М., Наумкина Н. И., Сучкова Г. Г. Кристаллохимия и генезис глауконита из разреза «Меловатка» (сеноман, юго-восток Русской плиты) // Литосфера. 2013. № 2. С. 65–75.

УДК 553.643+622

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ – ОБЪЕДИНЕНИЕ АГРОТЕХНИКИ И ГЕОЛОГИИ

Ю. Н. Зозырев, В. Я. Воробьев<sup>1</sup>, Н. Ю. Зозырев<sup>1</sup>,  
В. Н. Илясов<sup>2</sup>, С. В. Илясов<sup>2</sup>, В. С. Илясов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> АО «Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики», Саратов

<sup>2</sup> ООО «Перелюбская горная компания», Саратовская обл., с. Перелюб  
E-mail: zozyrev@mail.ru

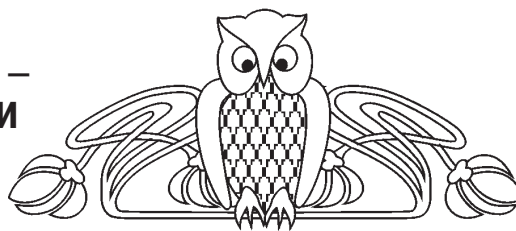
Большинство месторождений фосфатного сырья Поволжья отнесены к категории трудноизвлекаемых, поэтому разработка их традиционными способами может повлечь проблемы экологического характера. Изготовлен экспериментальный образец установки по «бесшахтной» добыче ископаемых из тонких продуктивных пластов. Добывающая проектная производительность одной добывающей установки 20 000 т в год

**Ключевые слова:** фосфориты, почвы, фосфатные удобрения, трудноизвлекаемые полезные ископаемые, «бесшахтный» способ добычи, мобильная буровая добывающая установка прямого и обратного действия.

### Environmental Management – Combining Agricultural Technology and Geology

Yu. N. Zozyrev, V. Ya. Vorobyov, N. Yu. Zozyrev,  
V. N. Ilyasov, S. V. Ilyasov, V. S. Ilyasov

Most of the Volga phosphate deposits are categorized as hard to recover, therefore traditional mining can result in environmental prob-



lems. An experimental rig model was manufactured for the shaftless mineral production from the thin productive layers. The projected productive capacity of a single production unit is 20,000 tons per year.  
**Key words:** phosphorites, soil, phosphate fertilizers, hard to recover mineral resources, «shaftless» production method, mobile drilling mining rig of direct and reverse action.

DOI: 10.18500/1819-7663-2016-16-2-104-109

Национальная продовольственная безопасность России находится в прямой зависимости от производства и особенно от внутреннего потребления минеральных и органических удобрений.

За последнюю четверть века (по сравнению с 1990 годом) произошел спад производства апатитового концентрата в 2,2 раза и фосфоритов почти в 10 раз. Резко уменьшилось использование органических удобрений, которые в последние годы все в большей степени заменялись минеральными удобрениями. В результате происходит падение плодородия почв из-за резкого уменьшения потребления минеральных удобрений (11 кг против необходимых 80–100 кг на 1 га). Почвы в южных регионах Приволжского федерального округа, расположенных в нескольких природно-