

УДК 553.98:552.54

**ЛИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ИЗВЕСТНЯКОВ НИЖНЕГО  
И СРЕДНЕГО КАРБОНА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МЕЛЕКЕССКОЙ  
ВПАДИНЫ, ВТОРИЧНЫЕ ПРОЦЕССЫ ИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ,  
СВЯЗЬ С НЕФТЕНОСНОСТЬЮ**

*В.П. Морозов, Э.А. Королев*

**Аннотация**

Среди известняков выявлены следующие литогенетические типы: пелитоморфные, обломочные, биокластовые фитоморфные, биокластовые зооморфные, органогенные, строматолитовые. Вторичным наложенным изменениям подвержены только известняки органогенной природы, что определяется их двухкомпонентным составом. Органогенный кальцит, защищенный от вторичных процессов органическим веществом, является устойчивым образованием, тогда как зернистый кальцит может быть подвергнут как выщелачиванию, так и переотложению.

**Введение**

К настоящему времени опубликовано большое количество работ, в которых рассматривается связь коллекторских свойств известняков с литолого-фациальными особенностями их образования и характером вторичных наложенных процессов [1–4 и др.]. Справедливо считается, что литолого-фациальные условия формирования известняков, являющихся коллекторами нефти, предопределяют их практическую значимость. Однако это условие можно считать необходимым, но недостаточным для формирования коллекторов с промышленно значимыми емкостно-фильтрационными свойствами. Также считается, что вторичные наложенные процессы могут существенно изменить коллекторские свойства известняков, формирующихся на этапах седиментогенеза и катагенеза пород [5, 6 и др.].

Рассмотрению нелинейных зависимостей между пористостью и проницаемостью нефтенасыщенных пород, а также причин, их обуславливающих, посвящены многочисленные публикации и конференции [7–9 и др.]. Однако если причины, влияющие на структуру порового пространства известняков, т. е. на их коллекторские свойства, следует считать установленными: выщелачивание, кальцитизация, перекристаллизация, окремнение, сульфатизация и др., то порою названных причин нельзя считать выявленной.

Анализ опубликованной литературы показывает, что основными причинами, определяющими высокие коллекторские свойства известняков, являются литолого-фациальные условия их образования (или литогенетические типы), с одной стороны, и вторичные процессы их преобразования, с другой. Однако невыясненными остаются многие вопросы, главным из которых авторы статьи считают: предрасположенность известняков органогенной природы к вторич-

ным изменениям. Прежде всего, это касается процессов выщелачивания и кальцитизации, т. е. основных процессов, определяющих коллекторские свойства известняков, а значит, их нефтенасыщенность и промышленную значимость.

### **Фактический материал**

В основу работы положено изучение кернового материала нижнего и среднего карбона Демкинского, Летнего, Ново-Шешминского, Степноозерского (восточный борт Мелекесской впадины) и Онбийского, Красногорского, Елховского, Тюгеевского (западный борт Южно-Татарского свода) месторождений, расположенных в пределах Волго-Уральской антеклизы. Однако наиболее детально изучен керн двух месторождений: Демкинского и Онбийского. Изучен разрез в объеме: турнейский ярус нижнего карбона – каширский горизонт московского яруса, где сосредоточена основная нефтеносность, связанная с карбонатными отложениями. Однако с наибольшей степенью детальности изучены разрезы упинского, черепетского и кизеловского горизонтов турнейского яруса, бобриковского и тульского горизонтов визейского яруса, башкирского яруса (табл. 1).

Изучен керн 33 скважин (порядка 1225 погонных метров), более 2500 образцов. Проведено описание более 2000 шлифов, более 1000 рентгенографических определений минерального состава образцов, более 2000 определений коллекторских свойств пород и др. В работе использованы данные ГИС, структурные карты, разрезы и карты нефтенасыщенности отдельных пластов и стратиграфических горизонтов, технологические карты разработки месторождений, результаты опробования скважин, эксплуатационные карточки скважин.

Использовались также материалы отчетов по изучению нефтеносности и тектонического строения Мелекесской впадины и Южно-Татарского свода, хранящиеся в геологических фондах Республики Татарстан (РТ), материалы готовящегося к печати трехтомного атласа основных нефтеносных горизонтов РТ.

### **Результаты исследования**

Литологический состав пород, слагающих нижний и средний карбон, подробно описан во многих работах (см. список литературы в [10]) и в данной статье не рассматривается. Здесь приводится минимум сведений о литогенетических типах известняков нижнего и среднего карбона, необходимый для формулирования основных выводов.

Макроскопическое и оптико-микроскопическое изучение разреза нижнего и среднего карбона и, прежде всего, его карбонатной части показало, что среди известняков нижнего и среднего карбона в объеме турнейского-башкирского ярусов можно выделить следующие литогенетические типы известняков (рис. 1):

- пелитоморфные,
- обломочные,
- биокластовые фитоморфные,
- биокластовые зооморфные,
- органогенные,
- строматолитовые.

Табл. 1

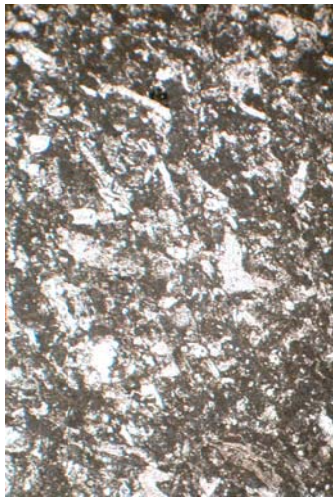
Степень изученности стратиграфических подразделений

Система	Отдел	Ярус	Горизонт	Количество изученных скважин
Каменноугольная	средний	московский	каширский	5
			верейский	6
		башкирский		15
	нижний	серпуховский	протвинский	3
			тарусский + сташевский	–
		визейский	веневский + михайловский	–
			алексинский	1
			тульский	14
			бобриковский	19
		турнейский	кизеловский	16
			черепетский	16
			малевский + упинский	4

Среди них строматолитовые известняки пользуются весьма малым распространением и обнаружены лишь в башкирском ярусе.

Биокластовые фито- и зооморфные известняки практически полностью слагают турнейский ярус. Изученная карбонатная часть визейского яруса представлена также биокластовыми фито- и зооморфными известняками. Слабоизученный протвинский горизонт серпуховского яруса сложен известняками, аналогичными известнякам башкирского яруса. Башкирский же ярус представлен преимущественно пелитоморфными, обломочными и органогенными известняками; строматолитовые и биокластовые зооморфные известняки в его строении принимают весьма малое участие.

Среди выделенных литогенетических типов известняков лишь в известняках органогенной природы (биокластовых зооморфных и органогенных) широко развиты процессы вторичного преобразования: выщелачивание и кальцитизация, а также сопровождающая их перекристаллизация зернистого кальцита, т. е. те процессы, которые определяют значимость карбонатных коллекторов (табл. 2). Причем выщелачиванию, кальцитизации и связанному с ними процессу перекристаллизации подвергается лишь цементирующий органические остатки кальцит, изначально имеющий пелитоморфную структуру. Тогда как кальцит неизмененных органических остатков (органогенные известняки) и



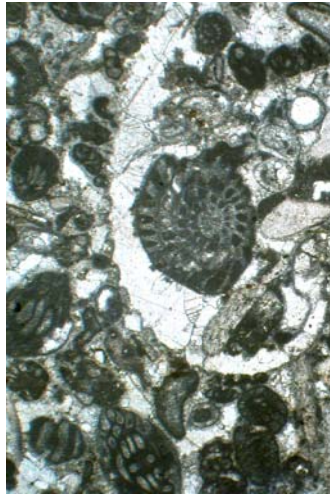
в



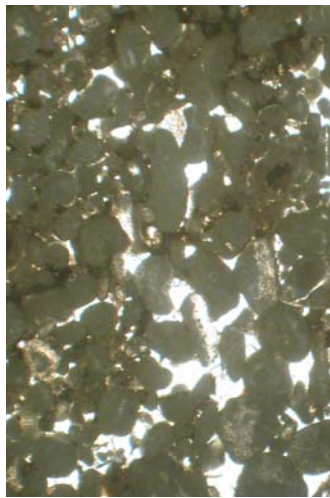
б



а



д



г

Рис. 1. Фотографии литогенетических типов известняков нижнего и среднего карбона: а – пелитоморфный (башкирский ярус), б – обломочный с брекчиевой структурой (башкирский ярус), в – биокластовый фитоморфный (черепетский горизонт турнейского яруса), г – биокластовый зооморфный (улинский горизонт турнейского яруса), д – органогенный биоморфный (башкирский ярус). Здесь и далее фотографии шлифов выполнены при увеличении 20х

Табл. 2

## Коллекторские свойства известняков

Литогенетические типы известняков (стратиграфическая приуроченность)		Коллекторские свойства		Нефтенасыщенность
		Пористость, %	Проницаемость, $n \cdot 10^{-3}$ мкм <sup>2</sup>	
Пелитоморфные (башкирский ярус, верейский и каширский горизонты)		$\frac{1.11 - 9.90}{3.74}$	$\frac{0 - 2.34}{0.78}$	Обычно отсутствует. редко пятнистая
Биокластовые фитоморфные (черепетский, тульский и алексинский горизонты)		$\frac{0.38 - 14.06}{6.01}$	$\frac{0 - 10.90}{1.36}$	Отсутствует или пятнистая. полосчатая
Обломочные (башкирский ярус)		$\frac{0.92 - 11.03}{3.73}$	$\frac{0 - 4.34}{0.74}$	Обычно отсутствует. редко пятнистая. полосчатая
Органогенные и биокластовые зооморфные (упинский и кизеловский горизонты, башкирский ярус, верейский и каширский горизонты)	не подверженные вторичным изменениям (упинский и кизеловский горизонты)	$\frac{1.63 - 12.73}{5.43}$	$\frac{0 - 55.83}{2.92}$	Пятнистая, полосчатая или отсутствует
	подверженные вторичному уплотнению (башкирский ярус, верейский и каширский горизонты)	$\frac{0.66 - 14.16}{3.82}$	$\frac{0 - 7.52}{0.47}$	Обычно отсутствует, редко пятнистая
	подверженные выщелачиванию (упинский и кизеловский горизонты, башкирский ярус, верейский и каширский горизонты)	$\frac{8.42 - 30.81}{16.1}$	$\frac{12.4 - 2675.4}{194.6}$	Обычно равномерная, редко пятнистая, полосчатая
	в целом	$\frac{0.66 - 30.81}{7.4}$	$\frac{0 - 2675.4}{9.8}$	См. выше.

Примечание: в ячейках даны значения  $\frac{\min - \max}{\text{среднее}}$ .

гранулированный кальцит органических остатков (биокластовые зооморфные известняки) практически не подвергаются вторичному преобразованию названными процессами.

Столь высокая устойчивость органических остатков к вторичному преобразованию по сравнению с цементирующим их кальцитом, имеющим зернистую структуру, может быть объяснена их органоминеральным составом [11]. И действительно, проведенное изучение элементного состава компонентов биокластовых зооморфных известняков показывает органоминеральную природу органических остатков, т. к. наблюдается повышенное содержание углерода по сравнению с кислородом и кальцием, что не отвечает стехиометрическому соотношению элементов в кальците. Тогда как элементный состав зер-

нистого кальцита, цементирующего органические остатки, весьма близок стехиометрическому соотношению элементов в кальците (рис. 2).

### Обсуждение результатов

Выявленные литогенетические типы известняков без учета влияния на них вторичных наложенных процессов характеризуются весьма близкими значениями коллекторских свойств. Однако с учетом вторичных процессов, связанных, прежде всего, с выщелачиванием неформенного кальцита органогенных и биокластовых зооморфных известняков, т. е. известняков органогенной природы, диапазон колебаний их коллекторских свойств существенно расширяется.

Вторичный процесс выщелачивания практически не обнаруживается в первых трех типах известняков (см. табл. 2), тогда как в известняках органогенной природы этот процесс весьма существенно повышает коллекторские свойства, что «переводит» известняки из разряда поровых непромышленных коллекторов в кавернозно-поровые и кавернозные промышленные.

В известняках, подверженных вторичным наложенным процессам с кавернозной структурой пустотного пространства, всегда наблюдается не только вынос за пределы залежи цементирующего органические остатки неформенного кальцита, что и обуславливает повышение коллекторских свойств, но и существенная его перекристаллизация с укрупнением зерен. Последнее свидетельствует о его неустойчивости к вторичным процессам по сравнению с биоморфными или гранулированными остатками фораминифер, защищенными от вторичных процессов органическим веществом [11].

Из вышесказанного следует, что пелитоморфные, биокластовые фитоморфные и обломочные известняки относятся либо к плотным породам, либо к коллекторам порового типа и не являются промышленно-нефтеносными, тогда как органогенные и биокластовые зооморфные известняки, подверженные вторичным процессам выщелачивания, являются промышленно-нефтеносными.

До сих пор о природе хорошо известной кавернозности (выщелачивания) нет определенной доказанной точки зрения: об этом либо не говорится, либо указывается на ее генезис, связанный с карстовыми процессами. В основу точки зрения о карстовой природе процессов выщелачивания положены данные о наличии стратиграфических перерывов в осадконакоплении, что действительно имеет место, например, между турнейским и визейским ярусами нижнего карбона, в верейском горизонте среднего карбона.

Однако аналогичные процессы выщелачивания наблюдаются также в известняках нижней и средней части башкирского яруса, верейского и каширского горизонтов, где перерывы в осадконакоплении не фиксируются. Более того, в литературе имеются данные об обратном процессе: вторичной цементации известняков, подверженных аналогичным гипергенным изменениям.

На неправильность точки зрения о карстовой природе выщелачивания указывает также весьма близкий размер каверн выщелачивания в пределах больших объемов известняков и их равномерное распределение в пространстве.

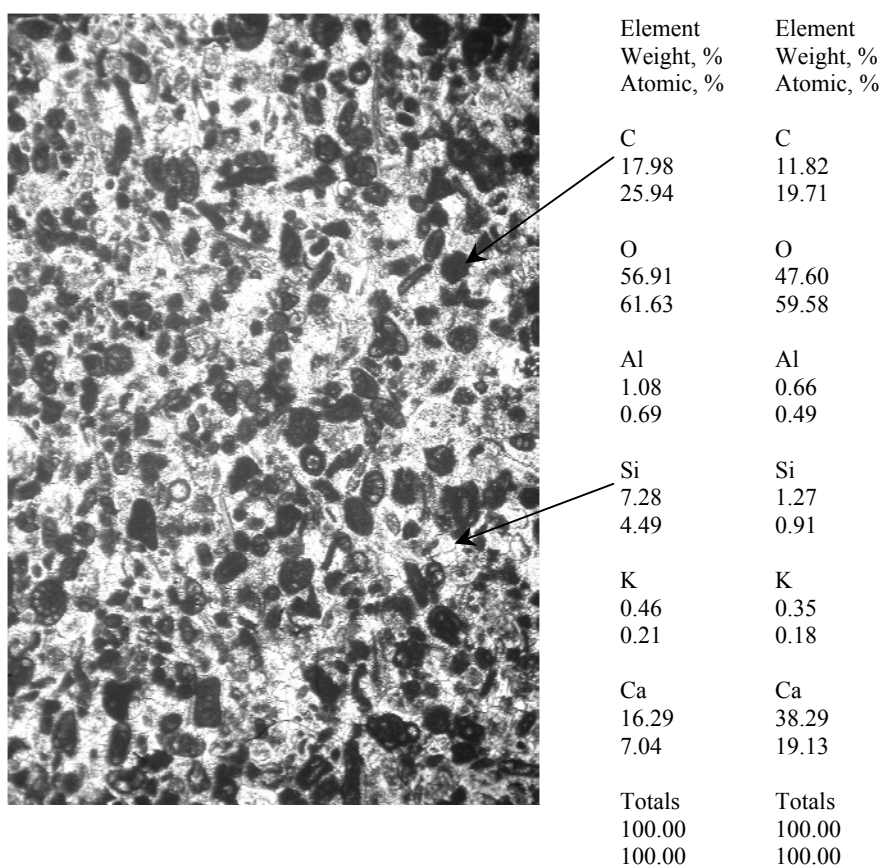


Рис. 2. Фотография шлифа. Элементный состав гранулированной фораминиферы (левый столбец) и зернистого кальцита (правый столбец) биокластового зооморфного известняка. Кизеловский горизонт турнейского яруса

Сказанное свидетельствует о формировании каверн в условиях термодинамически закрытой (полузакрытой) системы, что не соответствует условиям карста.

Кроме того, наблюдения за процессами выщелачивания и вторичной кальцитизации известняков органической природы по разрезу нижнего и среднего карбона показывают, что наиболее интенсивно процессы выщелачивания развиты в известняках турнейского яруса, тогда как вторичной кальцитизации более подвержены известняки серпуховского и башкирского ярусов. Установленные факты показывают пространственное перераспределение кальцита, связанное с его переносом вверх по разрезу.

Выщелачивание биокластовых зооморфных известняков турнейского яруса обусловлено их стратиграфическим положением, т. к. названные известняки перекрываются толщей существенно глинистых пород нижней части визейского яруса. Наличие над ними глинистой покрывки в условиях элизионной стадии развития осадочных бассейнов [12] приводит к насыщению среды углекислотой, а частичная разгерметизация системы приводит к выносу растворенного кальцита вверх по разрезу [13].

Наоборот, весьма слабая покрывка глинистых пород верейского яруса, расположенная над известняками серпуховского и башкирского ярусов, приводит к выпадению растворенного кальцита. Последнее и обуславливает вторичную кальцитизацию известняков органогенной природы, что «переводит» их в разряд плотных пород.

### Выводы

Таким образом, проведенное изучение известняков нижнего и среднего карбона восточного борта Мелекесской впадины позволило выявить среди них следующие литогенетические типы: пелитоморфные, обломочные, биокластовые фитоморфные, биокластовые зооморфные, органогенные, строматолитовые. Установлено, что вторичным наложенным процессам, связанным, прежде всего с выщелачиванием и кальцитизацией, подвержены лишь известняки органогенной природы (биокластовые зооморфные и органогенные). Высокая подверженность известняков органогенной природы названным процессам обусловлена их двухкомпонентным составом, т. к. в их строении принимают участие органические остатки, имеющие органоминеральный состав, и зернистый кальцит. Органогенный кальцит, защищенный от вторичных процессов органическим веществом, является стабильным образованием, тогда как зернистый кальцит может подвергаться как выщелачиванию, так и переотложению.

Анализ распространенности процессов выщелачивания и кальцитизации по разрезу нижнего и среднего карбона в пределах восточного борта Мелекесской впадины показывает приуроченность выявленных процессов к различным стратиграфическим подразделениям. Приуроченность выщелачивания к турнейскому ярусу, а вторичной кальцитизации – к вышерасположенным серпуховскому и башкирскому ярусам обусловлена наличием над ними глинистых покрывок разной степени проницаемости.

Авторы выражают благодарность руководству ЗАО «ТАТЕХ» за предоставленный для изучения керновый материал, доценту кафедры минералогии и петрографии Г.А. Кринари за обсуждение результатов работы.

### Summary

*V.P. Morozov, E.A. Korolev.* Lithogenetics types of limestones of bottom and average carbon east part of Mekekess hollows, secondary processes of their transformation, connection with petroliferous.

Among limestones are revealed following the lithogenetics types: pelitic, detrital, bioclastic phytomorphos, bioclastic zoomorphos, organogenous, stromatolys. To the secondary imposed processes are subject only organogenous limestones that is caused by their two-componental structure. Organogenous calcite, protected from secondary processes by organic substance, is stable formation (education) whereas granular calcite can be exposed both lixiviation, and redeposition.



**Литература**

1. *Багринцева К.И.* Условия формирования и свойства карбонатных коллекторов нефти и газа. – М.: РГГУ, 1999. – 315 с.
2. *Белоновская Л.Г., Булач М.Х., Гмид Л.П.* Геологические условия формирования карбонатных пород-коллекторов. Низкопоровые коллекторы // Нефтяная геология. Нетрадиционные ловушки и нетрадиционные типы коллекторов. – СПб.: Недра, 2004. – С. 90–98.
3. *Гмид Л.П., Леви С.Ш.* Атлас карбонатных пород-коллекторов. – Л.: Недра, 1972. – 176 с.
4. *Кузнецов В.Г.* Природные резервуары нефти и газа карбонатных отложений. – М.: Недра, 1992. – 240 с.
5. *Смехов Е.М., Дорофеева Т.В.* Вторичная пористость горных пород – коллекторов нефти и газа. – М.: Недра, 1987. – 96 с.
6. *Морозов В.П., Королев Э.А., Кринари Г.А., Пикалев С.Н.* Формирование вторичной кавернозности в карбонатных коллекторах турнейского яруса в пределах восточного борта Мелекесской впадины и западного склона Южно-Татарского свода РТ // ТЭК России – основа процветания страны: Сб. докл. – СПб.: Недра, 2004. – С. 109–117.
7. *Бурлин Ю.К.* Нелинейные проявления литогенеза в осадочных бассейнах // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. – 1995. – № 2. – С. 19–27.
8. *Карнюшина Е.Е.* Осадочные формации в зоне катагенеза нефтегазоносных бассейнов. – М.: АО «Институт Гидропроект», 2000. – 96 с.
9. Нетрадиционные коллекторы нефти, газа и природных битумов. Проблемы их освоения: Материалы научн. конф. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2005. – 360 с.
10. Геология Татарстана: стратиграфия и тектоника / Под ред. Б.В. Бурова – М.: ГЕОС, 2003. – 402 с.
11. *Кораго А.А.* Введение в биоминералогию. – СПб.: Недра, 1992. – 280 с.
12. *Холодов В.Н.* Постседиментационные преобразования в элизионных бассейнах (на примере Восточного Предкавказья) // Тр. ГИН АН СССР. – 1983. – Вып. 372.– 152 с.
13. *Кринари Г.А., Морозов В.П., Королев Э.А., Пикалев С.Н.* Биогенные механизмы формирования вторичных доломитов с аномально высокой пористостью // Литосфера. – 2004. – № 1. – С. 31–40.

Поступила в редакцию  
02.11.05

---

**Морозов Владимир Петрович** – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры минералогии и петрографии Казанского государственного университета.  
E-mail: [Vladimir.Morozov@ksu.ru](mailto:Vladimir.Morozov@ksu.ru)

**Королев Эдуард Анатольевич** – кандидат геолого-минералогических наук, старший преподаватель кафедры общей геологии и гидрогеологии Казанского государственного университета.