

**Г. А. Максимович, В. Н. Быков**

## **ГЛУБИННАЯ АККУМУЛЯЦИЯ ВТОРИЧНОГО КАЛЬЦИТА В ПОЛОСТЯХ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД**

В карстовых пещерах в карбонатных породах при наличии соответствующих условий возникают водные хемогенные отложения в виде разнообразных натечных образований (сталагмитов, сталактитов и др.), а также кристаллов автохтонных минералов кальцита и арагонита. Формирование, строение и химический состав этих пещерных отложений уже рассматривались [2]. Ранее указывалось [3], что на больших глубинах в палеокарстовых полостях на стенках каверн, а также других полостей известно возникновение кристаллов кальцита. Этот процесс кальцитизации является одной из разновидностей гидрохимического кольматажа глубинных полостей. Он представляет эпигенетический процесс в какой-то степени аналогичный карбонатному литогенезу пещер.

Глубинная кальцитизация имеет и существенное отличие. Она происходит в анаэробных условиях в хлоридно-натриево-кальциевых рассолах, в то время как карбонатный спелеолитогенез наблюдается в аэробной обстановке и пресной воде.

Настоящее предварительное сообщение посвящено вторичному кальциту глубинных полостей, широко развитому в нефтяных месторождениях Пермской области и других территорий Урало-Поволжья.

Кальцитизация порово-трещинного пространства карбонатных пород является одной из причин частого чередования плотных и проницаемых прослоев. Вторичный кальцит влияет на объем полостей и фильтрационные свойства пород. В частности, он играет большую роль в изоляции подошвенной части нефтяных залежей [1]. Это явление было установлено авторами на многих нефтяных месторождениях Пермской области.

В нефтяных залежах, приуроченных к карбонатным толщам, в нижней части на контакте нефти и воды наблюдается заполнение полостей вторичным кальцитом (рис. 1). В зависимости от степени кальцитизации это приводит к частичной

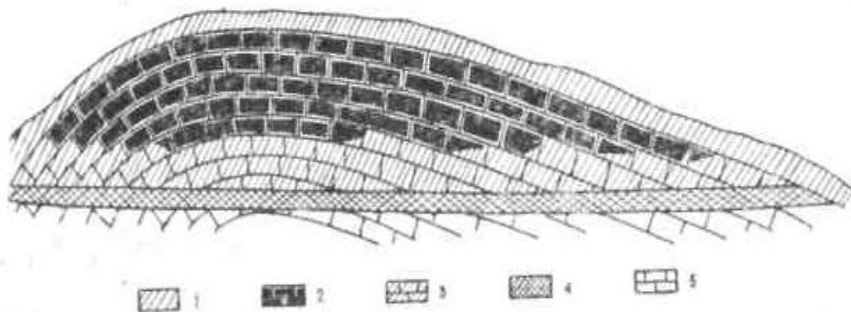


Рис. 1. Схема изоляции залежи нефти в карбонатном коллекторе (по К. Б. Аширову): 1 — глинистая кровля над залежью, 2—3 — зона нефтенасыщенного коллектора (2 — высокопроницаемого, 3 — с пониженной проницаемостью); 4 — изолирующий слой; 5 — водоносный пласт

и даже полной изоляции залежи от водоносного горизонта. Естественно, что подобная изоляция, особенно полная, способствует сохранности нефтяной залежи и создает специфические условия разведки и разработки. Поэтому вторичный кальцит глубинных полостей представляет не только теоретический интерес, но имеет и большое практическое значение. В публикуемой работе будут даны только предварительная морфологическая и генетическая характеристики вторичного кальцита в зоне изоляции им нефтяных залежей.

Кристаллы кальцита выполняют поры, каверны, пустоты выщелачивания органических остатков, трещины, полости пещеристого типа. На Осинском нефтяном месторождении в скважине 18, на глубине 1109 м, они были встречены в известняках верхневизейского подъяруса на стенках стилолитовых швов.

Размеры кристаллов изменяются от 0,001 до 3,2 мм. Мелкие кристаллики обычно характерны для пор и трещин. На поверхности стенок более крупных пустот выщелачивания они образуют первый слой кальцитизации. При этом на микрокристаллическом вторичном кальците растут большие кристаллы. В результате поры и каверны частично или полностью выполняются кальцитом.

По данным изучения керн нефтяных месторождений можно выделить три стадии образования вторичного кальцита.

I стадия — начальная или стадия «оторочки». Нарастание микрокристаллического кальцита на стенках каверн. Образование крустификационного цемента в порах.

II стадия — промежуточная. Начало образования крупных кристаллов в кавернах. Неполное заполнение пор, каверн и трещин кальцитом (рис. 2, 3).



Рис. 2. Известняк с полостью пещерного типа, частично выполненный кристаллами вторичного кальцита. Дороховское месторождение, скважина 1, глубина 2103,7—2110,3 м, слой 1, образец 16. Фаменский ярус. Увеличение  $\times 5$

III стадия — конечная. Выполнение пор, каверн и трещин кальцитом. Центральная часть каверн обычно сложена крупнокристаллическим кальцитом, а поры и трещины выполнены микрокристаллическим.

Характерно, что крупнокристаллический кальцит образуется только в кавернах. Макротрещины бывают выполнены микрокристаллическим кальцитом. Очевидно рост крупных кристаллов в кавернах, кроме наличия необходимого пространства, следует связывать с особенностями циркуляции подземных вод в кавернах. Часть пор, каверн и трещин до заполнения их вторичными минералами была соединена

между собой открытыми микротрещинами, сливающимися порами и кавернами. Они представляли порово-трещинное пространство с открытой пористостью. В более крупных пустотах, представленных кавернами, при движении растворов вследствие резкого увеличения сечения создавалась относительно «застойная» обстановка, благоприятствующая росту крупных кристаллов хемогенным путем.



Рис. 3. Известняк с полостью пещеристого типа, почти полностью выполненной кристаллами вторичного кальцита. Дороховское месторождение, скважина 1, глубина 2103,7—2110,3 м, слой 1, образец 16, фаменский ярус. Увеличение  $\times 5$

Микрокристаллический кальцит, образующий «оторочки», и, в частности, крустификационный цемент в порах, может возникать тремя путями. Первый — хемогенный — обусловлен аккумуляцией карбоната кальция из подземных вод при изменении физико-химических или термодинамических условий среды. Второй — отложение кальцита в результате жизнедеятельности микроорганизмов [1]. Третий — образование кальцита за счет перехода в кальцит арагонита раковин.

Арагонит представляет неустойчивую модификацию карбоната кальция, которая со временем перестраивает свою кристаллическую структуру с ромбической на тригональную

и превращается в кальцит. Пример такого перехода приводит У. Х. Твенхофел [4]. В скважине, пробуренной на острове Фунафути, арагонит был обычен в верхней части разреза. Он начал исчезать с глубины 30,5 м от поверхности, практически не встречался на глубине 45,6 м и совершенно отсутствовал на глубине ниже 67 м. Содержание арагонита уменьшалось также и за счет растворения.

Основная масса микрокристаллического кальцита имеет, по-видимому, смешанное биогенно-хемогенное происхождение. В венгерской карстовой пещере Аггтелек известковое тесто также образуется в результате неорганических процессов и жизнедеятельности микроорганизмов [2].

Масштабы кальцитизации в зоне изоляции нефтяных залежей соизмеримы, а часто во много раз превосходят процессы образования водных хемогенных отложений карстовых пещер. Об объеме вторичного кальцита дает представление таблица, в которой приведены данные только по двум месторождениям Пермской области.

| Месторождение | Площадь<br>изолированной<br>части залежи,<br>тыс. м <sup>2</sup> | Мощность<br>зоны изоляции,<br>м | Пористость | Объем<br>вторичного<br>кальцита в<br>зоне изоляции,<br>млн. м <sup>3</sup> |
|---------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Краснокамское | 100940                                                           | 3,5                             | 0,096      | 33,92                                                                      |
| Осинское      | 281100                                                           | 7,6                             | 0,096      | 205,09                                                                     |

Условия формирования первичной и вторичной пористости коллектора, заполненного в настоящее время нефтью, и интервала изолирующего слоя были одинаковыми. Поэтому при расчетах первоначальная пористость изолирующего слоя принимается равной пористости продуктивной части залежи. Приведенный в таблице объем вторичного кальцита необходимо несколько уменьшить, так как часть пор выполнена твердыми битумами, гипсом и кремнеземом. Однако они занимают незначительный объем, который трудно определить из-за недостатка данных. Если принять приведенные в таблице цифры соответственно как 30 и 180 млн. м<sup>3</sup>, то все равно мы имеем огромные объемы вторичного кальцита.

Необходимо дальнейшее более углубленное изучение глубинного вторичного кальцита полостей карбонатных коллекторов нефтяных месторождений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аширов К. Б. Геологическая обстановка формирования нефтяных и нефтегазовых месторождений Среднего Поволжья. Тр. ин-та «Гипровостокнефть», изд. «Недра», М, 1965.
2. Максимович Г. А. Основы карстоведения, т. 1, Пермь, 1963.
3. Максимович Г. А. Генетический ряд натечных отложений пещер (карбонатный спелеолитогенез). Пещеры, вып. 5 (6), стр. 7, Пермь, 1965.
4. Твенхофел У. Х. Учение об образовании осадков. ОНТИ НКТП СССР. М. —Л., 1936.

**Институт карстоведения и спелеологии**