

В. П. БАТУРИН

**ФЛЮОРИТ В КУНГУРСКИХ ИЗВЕСТНЯКАХ И ДОЛОМИТАХ
УРАЛО-ЭМБЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

(Представлено академиком В. И. Вернадским 28 III 1938)

Изучая комплекс химических осадков в области развития солянокупольных структур западного Казахстана, я обнаружил в карбонатных породах кунгура флюорит. Довольно оригинальная минеральная ассоциация, в которой был встречен флюорит, и самый факт нахождения этого минерала в кунгурских отложениях являются настолько интересными, что я решил поделиться своими наблюдениями, не ожидая окончания всей работы по химическим осадкам соляных куполов.

Флюорит был обнаружен в известняках и доломитах купола Замятина. Купол этот расположен на берегу р. Эмбы, в 180 км к северу от города Актюбинска. Геологическую обстановку купольного участка можно кратко обрисовать, используя материал В. Е. Руженцева по работам 1929 г.

«В центральной части купола выступает ядро (кунгур), диаметр которого не превышает 100 м. В северо-восточной части гипсы перекрыты крепким известняком. На расстоянии 100—150 м к востоку от гипсов раскинулись холмы, образованные грубыми песчаниками альб-сеномана, которые падают под углом 30—40° в сторону от ядра. В северной части купола, несколько восточнее ядра, виден взброс меридионального направления, выведший на поверхность черные аптские глины».

Карбонатные породы были взяты в нескольких небольших шурфах по соседству с выходами гипса. По микроскопической характеристике можно выделить два слоя: сверху красновато-бурый пористый доломит, песчаный по внешнему виду, под ним светлосерый плотный известняк.

Методика исследования собранного материала несколько отличалась от обычной: мы, помимо просмотра плоско-параллельных шлифов, выделяли из породы нерастворимый остаток. Эта методика и позволила обнаружить флюорит, так как в шлифах он почти незаметен. Для растворения породы мы брали соляную кислоту, разведенную 1 : 10. Навеска породы в 50 г обрабатывалась HCl на холоду в течение суток. После этой операции большие 8-литровые банки, в которых производилось растворение, доливались водой, и путем отмучивания нерастворимый остаток освобождался от частиц меньше 0.01. Высушенный нерастворимый остаток делился на легкую и тяжелую фракции центрифугированием с жидкостью Туле, удельный вес 2.9, на приборе А. И. Мошева. Если нерастворимый остаток содержал крупные зерна, то для удобства последующего микроскопического исследования он предварительно просеивался на сите с отверстиями 0.25 мм.

Результаты выделения нерастворимых остатков из кунгурских карбонатных пород купола Замятина оказались довольно неожиданными. В четырех проанализированных образцах количество выделенного нераствори-

мого остатка колебалось от 3 до 20%. На первый взгляд в этом не было ничего странного, так как породы имели «песчаный» облик, однако оказалось, что нерастворимый остаток в основном состоит из целестина с примесью флюорита. Терригенный материал в виде кварца и полевых шпатов присутствует в известняке в совершенно ничтожных количествах порядка десятых и сотых процента. Таким образом легкой фракции в нерастворимых остатках этих известняков почти совершенно нет. Тяжелая фракция, представленная смесью целестина и флюорита, как отмечалось выше, составляла свыше 99% нерастворимого остатка. Если принять во внимание, что флюорит присутствует в нерастворимом остатке в количестве примерно 2%, а максимум последнего равнялся приблизительно 20% от всей породы, то нетрудно вычислить порядок величины содержания флюорита в известняке, она будет равна, как максимум, нескольким десятым процента.

Форма зерен целестина—неправильно-изометрическая, реже присутствуют призматические кристаллы в виде комбинации призматических и пирамидальных граней.

Величина зерен целестина колеблется от нескольких сотых до двух десятых миллиметра, часто кристаллы целестина содержат непрозрачные включения, скорее всего глинистого характера. Флюорит встречается в виде кубов и неправильных зерен, размеры тех и других 0.02—0.05 мм. Очень интересны скелеты растворения, возникшие скорее всего за счет процессов выщелачивания карбонатных пород. Менее вероятно, что флюорит подвергся коррозии при обработке навески слабой соляной кислотой.

В отдельных пластинках целестина нередко включены мелкие кубики флюорита. Это наблюдение очень ценно, так как дает указание на последовательность выпадения минералов нерастворимого остатка, а именно свидетельствует о первичном выделении флюорита, вслед за которым начал образовываться целестин.

В осадочных породах СССР флюорит распространен довольно широко. Со времени Фишера, открывшего в 1808 г. этот минерал близ г. Вереи, было сделано много других находок флюорита, главным образом на территории Русской платформы. Все эти находки были приурочены к отложениям карбона. Лишь в последнее время (1936 г.) Н. А. Успенский обнаружил флюорит в парагенезе с целестином в артинских отложениях восточного склона Урала. В отложениях иного возраста флюорит был встречен в ряде других стран; в пермских отложениях флюорит известен преимущественно в Средней Европе.

Всех исследователей, встречавших флюорит в тех или иных осадках, прежде всего интересовал генезис этого минерала и в частности источники фтора, довольно редкого элемента в осадочных горных породах.

В недавно опубликованной статье Г. И. Бушинского различные взгляды на происхождение флюорита сгруппированы следующим образом:

1) образование флюорита за счет фумарольных и гидротермальных процессов (А. П. Карпинский, Б. П. Кротов и др.); 2) за счет концентрации фторидов, рассеянных в самих осадках (Р. Моррисон, А. Е. Ферсман и др.); 3) за счет жизнедеятельности организмов (Я. Самойлов, А. Е. Ферсман); 4) при усыхании реликтовых бассейнов (В. Мэнки).

Не входя в критику всех предложенных теорий, обстоятельно разобранных в приведенной выше статье Г. И. Бушинского, мы остановимся на последней трактовке происхождения флюорита, выдвигаемой известным английским петрографом В. Мэнки.

Эта трактовка привлекает нас потому что карбонатным породам кунгура, как показали наши наблюдения в Актюбинском районе, свойственен ряд черт (фациальная связь с гипсом, ленточное строение, отсутствие органических остатков и т. д.), говорящих в пользу их химич. происхождения.

Весь комплекс кунгурских отложений Урало-Эмбенской области (соль, гипс, сильвин и др.) свидетельствует о режиме усыхавших бассейнов, свойственном этой геологической эпохе. Истории пермского времени посвящено много работ крупнейших геологов, поэтому вряд ли есть необходимость особенно развлекать нам в своей заметке этот тезис.

Для нас лишь важно, что в разной последовательности на разных участках осолонявшегося пермского бассейна отлагались толщи хлоридов, сульфатов и карбонатов. К концу этого грандиозного процесса химической седиментации оставшиеся водные массы значительно обогатились редкими элементами.

В таблице, где приведен химический элементарный состав морской воды, можно отчетливо проследить ход этого процесса. В первую декаду входят элементы воды—О и Н, во вторую, третью и четвертую—основные компоненты солевого состава—Сr, Na, Mg, S, Ca, К. Элементы пятой и шестой декады—Br, С, Sr, В, F—уже играют подчиненную роль, так как содержатся в количестве тысячных и десятитысячных процента.

Химический элементарный состав морской воды*
(в весовых %)

I	O	85.80	VII	Si, Rb, N, Zn, Ba	10^{-5}
	H	10.67		VIII	Li, J, Fe, As, P, Al, Cu, Mn
II	Cl	2.00	IX		Cs
	Na	1.07		XI	Ag
III	Mg	$1.4 \cdot 10^{-1}$	XII		Au
	S	$9 \cdot 10^{-2}$		XIV	Ra
IV	Ca	$4.5 \cdot 10^{-2}$			
	K	$3.8 \cdot 10^{-2}$			
	Br	$6.5 \cdot 10^{-3}$			
V	C	$3.5 \cdot 10^{-3}$			
	Sr	$4 \cdot 10^{-3}$			
	B	$4.5 \cdot 10^{-4}$			
VI	F	$1 \cdot 10^{-4}$			

Не входя в рассмотрение еще более редких элементов, содержащихся в морской воде в количестве меньше 10^{-4} , займемся характеристикой V и VI декад, куда попадает интересующий нас фтор. По ряду генетических признаков пять элементов V и VI декады можно разбить на три группы: а) С, б) Br, в) Sr, В, F.

У г л е р о д. Положение углерода совершенно своеобразно, поскольку он поступает в океан не только с суши с речными водами, но и из тропосферы в виде CO_2 . Хотя вопрос о химическом происхождении некоторых типов известняков тонкозернистого сложения не решен еще окончательно, однако едва ли можно сомневаться, что в отдельные геологические моменты огромные массы углекислого кальция накапливались на морском дне в результате химической преципитации. Огромные резервы С и высокое содержание катиона кальция объясняют нам химическую седиментацию больших толщ карбонатных пород при сравнительно низкой концентрации углерода в морской воде.

* Таблица заимствована из работ А. П. Виноградова, «Химический элементарный состав организмов моря», ч. I. Данные, начиная с VII декады, обобщены.

Б р о м. Бром принадлежит к числу рассеянных вадозных элементов; он крайне редко образует минеральные соединения и ускользает при петрографических исследованиях.

С т р о н ц и й, б о р, ф т о р. Стронций, бор и фтор помимо близости их содержания в морской воде объединяются общим признаком—способностью образовывать устойчивые минералы. Вот почему на фоне преципитации основных компонентов—каменной соли, ангидрита, сильвина и др.—мы вправе ждать выделения именно минералов Sr, B, F как основных «акцессорных минералов» соленосных формаций.

Наиболее распространенным акцессорным минералом является целестин $SrSO_4$. Это находит объяснение прежде всего в более высоком содержании Sr в морской воде по сравнению с B и F. Однако возможно влияние и других факторов, например растворимости образующихся минералов и др. Целестину пермских отложений посвящен ряд исследований Б. В. Самойлова, Б. П. Кротова, Л. М. Миропольского. «Целестин,—пишет Миропольский,—является крайне характерным минералом для пермских отложений и, пожалуй, по своему распространению может быть поставлен на ряду с другими характерными минералами пермской системы, как то: гипсом, каменной солью, ангидритом, медными соединениями и др.»

Как показывают наши исследования, целестин распространен довольно широко и в кунгурских отложениях Урало-Эмбенской области. Помимо описанных известняков и доломитов целестин был встречен и в гипсах нескольких куполов—Карачунгул, Замятина и др. Распространение борных минералов в соленосной формации Урало-Эмбенской области носит локальный характер (Индерское озеро). Однако не исключена возможность более широкого их распространения. Геохимическими исследованиями А. А. Варова B был обнаружен в водах нескольких соляных куполов.

Третий элемент этой группы—фтор, присутствующий в морской воде в количестве, близком к количествам Sr и B, и образующий с кальцием устойчивый минеральный вид—флюорит,—также должен был кристаллизоваться в процессе осолонения пермских бассейнов и метаморфизма рассолов. Такой же точки зрения держится и Н. А. Успенский, встретивший конкреции целестина с мелкими включениями флюорита в нижнепермских гипсах. Нахождение флюорита в кунгурских породах химического происхождения совместно с целестином подтверждает правильность нашей концепции о чертах генетического сходства Sr, B и F в соленосных отложениях. На нашем материале и материале Н. А. Успенского со значительно большей убедительностью; чем у Мэкки, обосновывается химическое происхождение флюорита. Мэкки обнаружил флюорит в песчаных континентальных осадках, обстановку отложения которых вряд ли возможно восстановить в деталях; непосредственно с флюоритом не было встречено минеральных образований, химическое происхождение которых было несомненно или вероятно*. В Урало-Эмбенской области и на Урале флюорит обнаружен в карбонатных породах и гипсах, причем в сопровождении целестина—минерала, возникшего также в результате хемогенных процессов—после длительного обогащения осолонившихся бассейнов солями стронция, параллельно с которым должно было идти повышение концентрации B и F. Правда, поскольку содержание фтора в морской воде в 10 раз меньше содержания Sr и в 4.5 раза меньше содержания B, и частота нахождения флюорита в соленосных формациях должна быть ниже по сравнению с целестином (и боратами), что действительно и имеет место в изученных нами образцах.

Поступило
1 IV 1938.

* Баритовые конкреции были обнаружены в тех же отложениях на соседнем участке.