

Г. А. Максимович

КАРСТОВЫЙ ТИП МЕСТОРОЖДЕНИЙ ФОСФОРИТОВ

Некоторые месторождения и непромышленные скопления фосфоритов приурочены к понижениям на поверхности и полостям в глубине карбонатных карстовых массивов. Очень редко они связаны с гипсовым карстом. Это карстовый тип месторождений фосфоритов.

По происхождению фосфата можно выделить континентальные автохтонные, аллохтонные и смешанные месторождения (3). Автохтонные образуются за счет концентрации и переотложения фосфата, заключенного в самой карстующейся породе. Аллохтонные возникают при привносе фосфата извне. Могут быть и смешанные месторождения.

По отношению к земной поверхности месторождения фосфатов можно разделить на поверхностные, подземные или пещерные, и поверхностно-подземные. В последних фосфориты находят не только в карстовых углублениях на поверхности карстующегося массива (воронки, неглубокие колодцы, котловины), но и в трещинах, карстовых шахтах до 100 м в глубину. Их часто относят к пещерным фосфоритам (1, 6), что, конечно, не вполне верно.

По происхождению карстовые фосфориты делятся на первичные биогенные: залежи гуано, костяные, костяные брекчии;

вторичные биогенно-метасоматические: островные, пещерные;

вторичные остаточно-метасоматические: остаточно-механические, остаточно-химические и смешанные химико-механические.

Остаточно-метасоматические месторождения, имеющие наибольшее практическое значение, образуются в результате выветривания известняков или пясчег мела и накопления фосфоритов, которые были первоначально рассеяны в этих карбонатах. Известняки и мел менее стойки против выветривания, чем фосфориты. Поэтому они выветриваются и выщелачиваются быстрее. В континентальных условиях они закарстовываются. Рассеянные в толще карбонатов фосфориты концентрируются на поверхности известняков или мела и накапливаются главным образом в воронках и других карстовых понижениях. Это остаточно-механические скопления фосфоритов. Кроме механических скоплений, под воздействием ^ нисходящих кислых подземных вод на карбонаты пород и нейтрализации их, в результате выпадения фосфоритов в осадок, образуются натски, туфовидные массы или замещенные известняки. Это остаточно-химические фосфориты. В некоторых месторождениях встречаются остаточные фосфориты механического и химического происхождения, образуя химико-механический тип залежей.

В результате карстовые фосфориты могут быть подразделены следующим образом (таблица 1).

Рассмотрим распределение имеющих наибольшее практическое значение некоторых остаточно-метасоматических карстовых месторождений фосфоритов по возрасту карстующихся пород (2,6–9) и карста.

Докембрийскими являются водорослевые доломитизированные синийские известняки Адиаксинского месторождения в Горной Шории (Сибирь). Возраст карста, вероятно, палеозойско-мезозойский (8).

Докембрийско-кембрийские. Пызское месторождение фосфатно-карбонатных брекчий на контакте синийских и ниже-кембрийских толщ (Таштагол, Горная Шория). Возраст карста, вероятно, палеозойско-мезозойский (8).

Южноавстралийские фосфатизированные кембрийские, а возможно, докембрийские известняки с фосфоритами в карстовых понижениях. Возраст карста палеомезозойский. Месторождения очень сильно уничтожены в третичное время.

Ордовик. Месторождения бурых фосфоритов карстовых понижений в ордовикских фосфатизированных известняках штатов Теннесси и Кентукки (США). Возраст карста палеозойско-мезокайнозойский.

Девон. Фосфоритовые конкреции и зерна в стрингоцефаловых известняках района Нассау (Германия). Возраст карста палеомезозойский. Месторождение Кубах (Нассау, Германия) на закарстованной поверхности девонских (?) известняков. Карст, вероятно, третичного возраста.

Карбон. Бурые фосфориты на закарстованной поверхности известняков Миссисипи на куполе Джесстаун в Кентукки (США). Вероятный возраст карста палеомезозойский.

Таблица 1

Классификация континентальных карстовых фосфоритов (по Г. А. Максимовичу, 1960 г.)

Генетические типы	Источник фосфора		Поверхностные	Подземные	Поверхностно-подземные
	авхотонный	аляхотонный			
Остаточно-метасоматический	+		Месторождения: Ашинское (Башкирия), Северная Франция, Льежа и Монса (Бельгия).		Месторождения Керси-Кавжак, Сен-Жан-де-Лер (Франция).
Биогенно-метасоматический		+	Фосфориты коралловых островов океанов и морей	Костяная брекчия пещер Драеххеле (Австрия), Вельмингтона (Австралия) и других. Фосфатизированные известняки пещер.	
Биогенный		+	Гуано океанических островов и карстовых понижений.	Гуано пещер (Бахарденская, Домица и другие). Кости (Кизеловская Медвежья).	
Нифльтрационный		+	Белые фосфориты Теннесси в трещинах и пустотах.		

Пермь. Ашинское месторождение (Башкирия) в артинских брекчиевидных известняках (рис.1,1). Возраст карста мезокайнозойский (2,5).

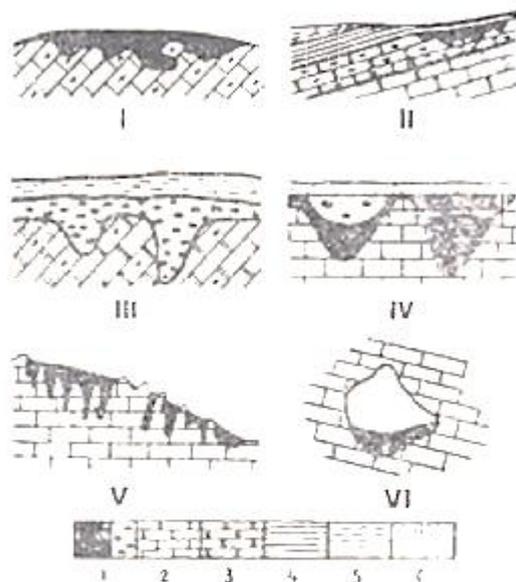


Рис. 1 Схематические разрезы залежей карстовых фосфоритов
 I Ашинское месторождение в Башкирии (по Г. И. Водорезову и др., 1956)
 II Месторождение района Монса в Бельгии (по Тице, 1923)
 III Месторождения Северной Франции (по Рагену)
 IV Залежь твердых фосфоритов Флориды (по Лилею, 1936).
 V Залежь острова Науру в Тихом океане (по Штуцеру, 1932)
 VI Залежь пещеры Тхонг-Бай в Вьетнаме (по В. Нейману, 1958).
 1. Фосфориты и фосфатизированные отложения. 2. Известняки. 3. Мел.
 4. Сланцы и туфы. 5. Глины. 6. Пески.

Юра. Известняки верхней и средней юры области Керси (Франция). Возраст карста мелкайнозой и особенно третичный. В карстовых понижениях обнаружена обильная фауна млекопитающих третичного возраста.

Мел. Месторождения карстовых понижений в пишущем меле Северной Франции и Бельгии (рис 1, II, III). Возраст карста кайнозойский.

Третичные твердые фосфориты карстовых понижений в нижнетретичных (олигоцен-эоцен) известняках Флориды (США) (рис. 1, IV). Возраст карста – плиоцен-квартер. К современным относятся фосфориты коралловых океанических островов и большинства пещер. Редко, как в австрийской пещере Драхенхеле, они третичные.

Биогенно-метасоматические месторождения островных фосфоритов формируются путем выноса фосфора из залежей гуано и воздействия образующихся при этом фосфорной и отчасти серной кислот на подстилающие коралловые известняки. В результате известняки, продукты их разрушения и особенно карстовые углубления являются местами скопления фосфоритов. Месторождения высококачественных биогенно-метасоматических фосфоритов карстового типа известны в тропической зоне на небольших коралловых островах, приподнятых над уровнем океана на 10–70 м. Залежи этого типа имеются в Тихом океане на островах: Макатеа, Джарнис, Науру (рис. 1, V), Океан (Банабя), Бэкер, Клиппертон, некоторых из группы Рю-Кю; в Индийском океане – Рождества и Хуан де Нова; в Карибском море – Кюрасо, Бонер, Аруба, некоторых Малых Антильских (Авес, Сомбреро, Навасса и др.) (6,9). Биогенные фосфориты встречаются во многих пещерах. Скопления костей открыты в

Кизеловской Медвежьей пещере (4), костяной брекчии – Драхенхеле в Австрии, пещерах Нового Южного Уэльса в Австралии и других. Гуано, главным образом летучих мышей, и в меньшей степени птиц, а также биогенно-метасоматические фосфориты, образовавшиеся в результате фосфатизации известняков и натечных образований, известны в пещерах: Пашийской и Днвьей в Пермской области, Бахарденской в Туркмении, Бобо-Томи и Узгу в Узбекистане, Домица, Ясовской, Ардовской, Яворжичко, Темная Скала и других в Чехословакии, Циокловина, Поникова, Решица и других в Румынии, Драхенхеле и других в Австрии, Франции, Вьетнаме (рис. 1, VI), Восточной Австралии и других.

Запасы пещерных фосфоритов обычно невелики и исчисляются максимум сотнями тонн. Наибольшие запасы, уже выработанные, были в пещерах Австрии и Вьетнама. Пещерные фосфориты являются местным удобрением.

Наибольшие запасы имеют ордовикские бурые штата Теннесси и третичные твердые фосфориты Флориды США. Начатая разведка Ашинских пермских в Башкирии и сибирских кембрийских фосфоритов уже дала первые результаты.

Как известно, эпохами наибольшего промышленного фосфоритообразования были кембрийский, пермский, меловый и третичный периоды (7). В эти эпохи накопилось в процентах от мировых запасов: в геосинклинальных условиях в кембрие 6,4, перми – 27,9, а в платформенных условиях в меловой период – 6,3 и третичный период – 58,4. Пермская и третичная системы характеризуются наибольшими запасами, составляющими миллиарды тонн P_2O_5 . Сотнями миллионов тонн P_2O_5 , обладают отложения кембрийской, юрской и меловой систем. Десятками миллионов тонн P_2O_5 исчисляются запасы отложений ордовикской, силурийской и девонской систем (7).

Попад в континентальные условия, длившиеся миллионы и десятки миллионов лет, карбонатные фосфоритоносные отложения закарстовывались и образовались континентальные остаточно-метасоматические месторождения фосфоритов карстового типа. Они известны, начиная с кембрия, для отложений всех систем, кроме триасовой. Это подтверждает целесообразность выделения карстового типа месторождений фосфоритов. Между тем, в большинстве классификаций фосфоритов и их месторождений этот тип не выделяется. Обычно ограничиваются только указанием на наличие незначительных скоплений фосфоритов в пещерах.

Выделение карстового типа представляет практический интерес Залежи карстовых фосфоритов имеют своеобразные очертания, обусловленные вмещающими их карстовыми понижениями. Разведка их более сложна, чем пластовых. Для правильной организации разведки необходимо изучение особенностей древнего карста.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А. М. ГОРЬКОГО

Ученые записки, том XX, вып. 1, 1960 г.

ДОКЛАДЫ
геологического факультета
за 1960 год
(отдельный оттиск)

Пермь, 1960 год

Г. А. Максимович

КАРСТОВЫЙ ТИП МЕСТОРОЖДЕНИЙ ФОСФОРИТОВ

Некоторые месторождения и непромышленные скопления фосфоритов приурочены к понижениям на поверхности и полостям в глубине карбонатных карстовых массивов. Очень редко они связаны с гипсовым карстом. Это карстовый тип месторождений фосфоритов.

По происхождению фосфата можно выделить континентальные автохтонные, аллохтонные и смешанные месторождения (3). Автохтонные образуются за счет концентрации и переотложения фосфата, заключенного в самой карстующейся породе. Аллохтонные возникают при привносе фосфата извне. Могут быть и смешанные месторождения.

По отношению к земной поверхности месторождения фосфатов можно разделить на поверхностные, подземные или пещерные, и поверхностно-подземные. В последних фосфориты находят не только в карстовых углублениях на поверхности карстующегося массива (воронки, неглубокие колодцы, котловины), но и в трещинах, карстовых шахтах до 100 м в глубину. Их часто относят к пещерным фосфоритам (1,6), что, конечно, не вполне верно.

По происхождению карстовые фосфориты делятся на первичные биогенные: залежи гуано, костяные, костяные брекчии;

вторичные биогенно-метасоматические: островные, пещерные;

вторичные остаточно-метасоматические: остаточно-механические, остаточно-химические и смешанные химико-механические.

Остаточно-метасоматические месторождения, имеющие наибольшее практическое значение, образуются в результате выветривания известняков или пясчег мела и накопления фосфоритов, которые были первоначально рассеяны в этих карбонатах. Известняки и мел менее стойки против выветривания, чем фосфориты. Поэтому они выветриваются и выщелачиваются быстрее. В континентальных условиях они закар-

стовываются. Рассеянные в толще карбонатов фосфориты концентрируются на поверхности известняков или мела и накапливаются главным образом в воронках и других карстовых понижениях. Это остаточно-механические скопления фосфоритов. Кроме механических скоплений, под воздействием нисходящих кислых подземных вод на карбонаты породы нейтрализации их, в результате выпадения фосфоритов в осадок, образуются натеки, туфовидные массы или замещенные известняки. Это остаточно-химические фосфориты. В некоторых месторождениях встречаются остаточные фосфориты механического и химического происхождения, образуя химико-механический тип залежей.

В результате карстовые фосфориты могут быть подразделены следующим образом (таблица 1).

Рассмотрим распределение имеющих наибольшее практическое значение некоторых остаточных метасоматических карстовых месторождений фосфоритов по возрасту карстующихся пород (2,6—9) и карста.

Докембрийскими являются водорослевые доломитизированные синийские известняки Адиаксинского месторождения в Горной Шории (Сибирь). Возраст карста, вероятно, палеозойско-мезозойский (8).

Докембрийско-кембрийские. Пызское месторождение фосфатно-карбонатных брекчий на контакте синийских и ниже-кембрийских толщ (Таштагол, Горная Шория). Возраст карста, вероятно, палеозойско-мезозойский (8).

Южноавстралийские фосфатизированные кембрийские, а возможно, докембрийские известняки с фосфоритами в карстовых понижениях. Возраст карста палеомезозойский. Месторождения очень сильно уничтожены в третичное время.

Ордовик. Месторождения бурых фосфоритов карстовых понижений в ордовикских фосфатизированных известняках штатов Теннесси и Кентукки (США). Возраст карста палеозойско-мезокайнозойский.

Девон. Фосфоритовые конкреции и зерна в стригоцефаловых известняках района Нассау (Германия). Возраст карста палеомезозойский. Месторождение Кубах (Нассау, Германия) на закарстованной поверхности девонских(?) известняков. Карст, вероятно, третичного возраста.

Карбон. Бурые фосфориты на закарстованной поверхности известняков миссисипи на куполе Джесстаун в Кентукки (США). Вероятный возраст карста палеомезозойский.

Классификация континентальных карстовых фосфоритов (по Г. А. Максимовичу, 1960 г.)

Генетические типы	Источник фосфора		Поверхностные	Подземные	Поверхностно-подземные
	авток-тонный	аллох-тонный			
Остаточно-метасоматический	+		Месторождения: Ашникское (Башкирия), Северная Франция, Льеж и Монса (Бельгия).		Месторождения Керси: Каржак, Сен Жан де-Лер (Франция).
Биогенно-метасоматический		+	Фосфориты коралловых островов океанов и морей.	Костяная брекчия пещер Драхенхеле (Австрия), Вельмингтон (Австралия) и других. Фосфатизированные известняки пещер.	
Биогенный		+	Гуано океанических островов и карстовых понижений.	Гуано пещер (Бахарденская, Домица и другие). Кости (Кизеловская Медвежья).	
Инфильтрационный		+	Белые фосфориты Теннесси в трещинах и пустотах.		

Пермь, Ашинское месторождение (Башкирия) в артинских брекчиевидных известняках (рис.1, I). Возраст карста мезокайнозойский (2,5).

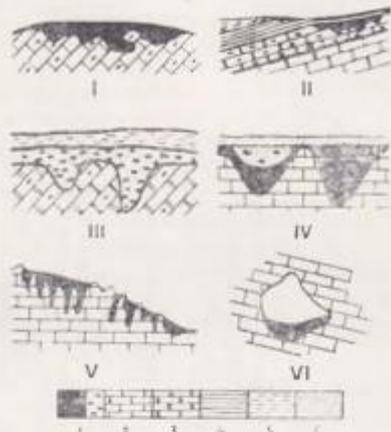


Рис. 1. Схематические разрезы залежей карстовых фосфоритов
 I Ашинское месторождение в Башкирии (по Г. И. Водорезову и др., 1956)
 II Месторождение района Мюса в Бельгии (по Тинс, 1923)
 III Месторождения Северной Франции (по Рагену)
 IV Залежь твердых фосфоритов Флориды (по Лилеж, 1936)
 V Залежь острова Науру в Тихом океане (по Штуцеру, 1932)
 VI Залежь пещеры Тхон-Бан в Вьетнаме (по В. Нейману, 1958).
 1. Фосфориты и фосфатизированные отложения. 2. Известняки. 3. Мел.
 4. Сланцы и туфы. 5. Глины. 6. Пески.

Юра. Известняки верхней и средней юры области Керси (Франция). Возраст карста мел-кайнозой и особенно третичный. В карстовых понижениях обнаружена обильная фауна млекопитающих третичного возраста.

Мел. Месторождения карстовых понижений в пишущем меле Северной Франции и Бельгии (рис 1, II, III). Возраст карста кайнозойский.

Третичные твердые фосфориты карстовых понижений в нижнетретичных (олигоцен-эоцен) известняках Флориды (США) (рис. 1, IV). Возраст карста—плиоцен-квартер.

К современным относятся фосфориты коралловых океанических островов и большинства пещер. Редко, как в австрийской пещере Драхенхеле, они третичные.

Биогенно-метасоматические месторождения островных фосфоритов формируются путем выноса фосфора из залежей гуано и воздействия образующихся при этом фосфорной и отчасти серной кислот на подстилающие коралловые известня-

ки. В результате известняки, продукты их разрушения и особенно карстовые углубления являются местами скопления фосфоритов. Месторождения высококачественных биогенно-метасоматических фосфоритов карстового типа известны в тропической зоне на небольших коралловых островах, приподнятых над уровнем океана на 10—70 м. Залежи этого типа имеются в Тихом океане на островах: Макатеа, Джарнис, Науру (рис. 1, V), Океан (Банабя), Бэкер, Клиппертон, некоторых из группы Рю-Кю; в Индийском океане—Рождества и Хуан де Нова; в Карибском море—Кюрасо, Бонер, Аруба, некоторых Малых Антильских (Авес, Сомбреро, Навасса и др.) (6,9).

Биогенные фосфориты встречаются во многих пещерах. Скопления костей открыты в Кизеловской Медвежьей пещере (4), костяной брекчии — Драхенхеле в Австрии, пещерах Нового Южного Уэльса в Австралии и других. Гуано, главным образом летучих мышей, и в меньшей степени птиц, а также биогенно-метасоматические фосфориты, образовавшиеся в результате фосфатизации известняков и патечных образований, известны в пещерах: Пашийской и Дивьей в Пермской области, Бахарденской в Туркмении, Бобо-Томи и Узгу в Узбекистане, Домица, Ясовской, Ардовской, Яворжичко, Темная Скала и других в Чехословакии, Цюкловина, Поникова, Решница и других в Румынии, Драхенхеле и других в Австрии, Франции, Вьетнаме (рис. 1, VI), Восточной Австралии и других.

Запасы пещерных фосфоритов обычно невелики и исчисляются максимум сотнями тонн. Наибольшие запасы, уже выработанные, были в пещерах Австрии и Вьетнама. Пещерные фосфориты являются местным удобрением.

Наибольшие запасы имеют ордовикские бурые штата Теннесси и третичные твердые фосфориты Флориды США. Начатая разведка Ашинских пермских в Башкирии и сибирских кембрийских фосфоритов уже дала первые результаты.

Как известно, эпохами наибольшего промышленного фосфоритообразования были кембрийский, пермский, меловый и третичный периоды (7). В эти эпохи накопилось в процентах от мировых запасов: в геосинклинальных условиях в кембрии 6,4, перми—27,9, а в платформенных условиях в меловой период—6,3 и третичный период—58,4. Пермская и третичная системы характеризуются наибольшими запасами, составляющими миллиарды тонн P_2O_5 . Сотнями миллионов тонн P_2O_5 обладают отложения кембрийской, юрской и меловой систем. Десятками миллионов тонн P_2O_5 исчисляются запасы отложений ордовикской, силурийской и девонской систем (7).

Попав в континентальные условия, длившиеся миллионы и десятки миллионов лет, карбонатные фосфоритоносные отложения закарстовывались и образовались континентальные

остаточно - метасоматические месторождения фосфоритов карстового типа. Они известны, начиная с кембрия, для отложений всех систем, кроме триасовой. Это подтверждает целесообразность выделения карстового типа месторождений фосфоритов. Между тем, в большинстве классификаций фосфоритов и их месторождений этот тип не выделяется. Обычно ограничиваются только указанием на наличие незначительных скоплений фосфоритов в пещерах.

Выделение карстового типа представляет практический интерес. Залежи карстовых фосфоритов имеют своеобразные очертания, обусловленные вмещающими их карстовыми понижениями. Разведка их более сложна, чем пластовых. Для правильной организации разведки необходимо изучение особенностей древнего карста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бушинский Г. П. О минералогии и классификации фосфоритов, в связи с использованием их в сельском хозяйстве. Изв. АН СССР, сер. геол. № 1, 1954; Фосфориты. Методы изучения осадочных пород, т. II, стр. 238—243, 1957; Фосфатные породы. Справочное руководство по петрографии осадочных пород, т. II, стр. 273—274, 1958.
2. Водорезов Г. И., Варламов Н. П., Мульменко М. А. Ачинское месторождение фосфоритов в Приуралье. Вопросы геологии агрономических руд, 1956.
3. Максимович Г. А. Генетические типы полезных ископаемых в карстовых пустотах. Тезисы докладов на совещании по изучению карста, вып. 9, Москва, 1956.
4. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Карст Пермской области. Кизеловская Медвежья пещера. Пермь, 1958.
5. Мульменко М. А. О роли карста при формировании Ачинского месторождения фосфоритов. Тезисы докладов на совещании по изучению карста, вып. 9, Москва, 1956.
6. Орлова Е. В. Фосфоритомосные бассейны зарубежных стран. Минеральные ресурсы зарубежных стран, вып. 19, Госгеолиздат, Москва, 1961.
7. Русанов Л. А. Стратиграфическое распределение фосфоритомосных залежей. Известия ВУЗ, геология и разведка, № 2, 1958; Структурно-тектоническая классификация фосфоритомосных месторождений. Доклады АН СССР, т. 124, № 6, 1959.
8. Шамаевский И. А. и Сухарина А. Н. Итоги работ ЗСГУ в 1958 г. на горно-химическое сырье и строительные материалы. Вестник Западно-Сибирского и Новосибирского геологических управлений, № 1—2, 1959.
9. Stützel, O., Wetzel, W. Lagerstätten der Nichterze. Phosphat-Nitrat. Berlin, 1932.