

Л. М. Миропольский

Пиритовые конкреции в юрских отложениях Чувашской АССР

(Представлено академиком А. Е. Ферсманом в заседании Отделения Физико-Математических Наук 14 мая 1929 года).

Летом 1927 г. при изучении полезных ископаемых на территории Чувашской Республики по поручению Комиссии экспедиционных исследований Академии Наук, мне пришлось, между прочим, встретиться в Цивильском уезде со скоплениями конкреций пирита по оврагам у д. Кармаец, Усландырь, Н. Урюмы, Кошноруй.

При внимательном изучении пород, выходящих в этих районах, оказалось, что конкреции вкраплены в юрские глины (главным образом Kl.i), откуда по мере разрушения последних конкреции вымываются и относятся в русла рек и оврагов. Пиритовые конкреции на обследованной территории не дают где-либо скоплений, заслуживающих промышленного значения, но я все же хотел бы здесь обратить особое внимание на район д. Кармаец, где мы находим, с одной стороны, наиболее полные данные условий их залегания и, с другой стороны, кое-какие данные к решению вопроса об их происхождении.

В районе д. Кармаец в этом отношении заслуживают особый интерес выходы юрских глин (Kl.i) по р. Агат, где пиритовые конкреции встречаются прослойками среди шести горизонтов. Для выяснения условий их залегания я ниже привожу данные обнажения юрских глин по оврагу „Хырле-Сют“ (на правом берегу р. Агат, у д. Кармаец). Здесь от русла реки на высоте 1.50 м выходят:

1. Темносерые, плотные, вязкие, неслоистые глины с тонкими (1—3 см) более песчаными и суглинистыми прослойками и редкими включениями плоских конкреций пирита в самом верху (I) . . . 12.40 м
2. Осыпь 1.40 м

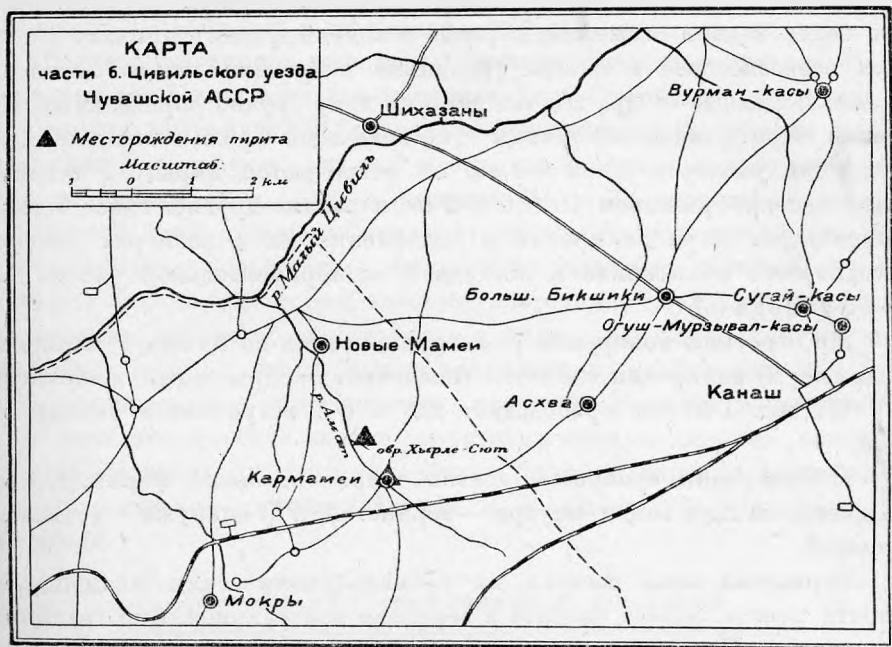
3. Темносерые, слегка пористые, распадающиеся на угловатые куски, глины с песчаными линзами светлосерого цвета, со включениями круглых и местами плоских конкреций пирита (II и III) и продуктов их изменения и конкреции сферосидерита. Конкреции пирита залегают двумя прослойками: 1-й от основания на высоте 0.80 м, 2-й — на высоте 1.40 м	1.70 м
4. Осыпь	1 „
5. Темносерые глины, очень близкие по свойствам с глиной 3	0.50 „
6. Осыпь	5.60 „
7. Темносерые, плотные глины, сверху слегка слоистые и более песчаные. На высоте 0.50 м от основания имеются включения крупных плоских конкреций пирита (IV) и продуктов его изменения. В глине под конкрециями особенно много стяжений кристаллического гипса. В верхней части слоя редкая фауна и большое количество сгустков пирита (V)	2.80 „
8. Осыпь	2.80 „
9. Темносерые с желтоватым оттенком, слегка слоистые глины с редкими включениями в нижней части слоя плоских конкреций пирита (VI)	10.60 „
10. Почва	0.40 „

Механический состав пород

Фракции	С л о и					
	1-й	Прослойк в 1-м слое	3-й	5-й	7-й	9-й
> 0.25 мм	0.61	0.2	1.2	—	1.18	0.26
0.25—0.1 „	4.25	12.79	6.26	5.21	3.02	0.42
0.1—0.01 „	13.13	30.02	12.18	10.55	16.42	15.86
< 0.01 „	80.08	55.90	79.00	83.24	76.99	82.51
	98.47	98.91	98.64	99.00	97.61	99.05

Из приведенных анализов видно, что почти во всех породах доминирует фракция глинистых частиц < 0.01 мм, фракция же песка во всех породах играет исключительно подчиненную роль. Если сопоставить результаты этих анализов, то станет необходимым отнести все эти породы к глинам, а прослойки — к суглинкам. Большое сходство у глин было установлено при микроскопическом и микрохимическом исследовании и в их петрографическом составе. Если в каплю дистиллированной воды поместить любую пробу из приведенных выше глин, то она всегда распадается на комочки, которые при последующем растирании иглой расплываются на составляющие ее части. Под микроскопом в составе их наблюдается

обычно почти одна и та же картина. В качестве постоянных и преобладающих частей в них входят: а) мельчайшие (< 0.001 мм) бесцветные в большинстве случаев слегка обожженные пленочки, при перекрещенных николях не действующие или слабо действующие на поляризованный свет,



Фиг. 1.

которые в HCl не растворяются, а в H_2SO_4 растворяются и легко красятся фуксином; все это указывает на наличие каолинита, и б) бесцветные, прозрачные и более крупные (< 0.01 мм), неправильных очертаний чешуйки, совершенно нерастворимые в кислотах, это — серицит.

В качестве подчиненных и второстепенных составных частей в глинах присутствуют: в) угловатые зерна кварца ($0.1—0.001$ мм), и г) зерна и агрегаты пирита.

Спорадически встречаются обломки полевого шпата (ортоклаза и плагиоклаза), зерна глауконита, циркона и эпидота и продукты изменения пирита (гипс, сгустки гидроокиси Fe).

Как на особую и характерную черту песчаного прослойка в 1-м слое глин необходимо указать на наличие в нем большого количества отдельных кристаллов и сферолитов сидерита.

В приведенных юрских глинах пирит встречается в форме: конкреций (слои 1-й, 3-й, 7-й и 9-й); сгустков (7), и рассеянных микроскопических включений (слои 5-й, 7-й и 9-й).

I. Конкреции пирита по форме дают большие колебания, но при этом все они по системе W. Twenhofel (36)¹ относятся к 1-му типу (а). Преобладают обычно конкреции линзовидной и эллипсоидальной формы, но наряду с ними, хотя и значительно реже, встречаются всевозможные отступления в форме, обусловленные главным образом нарастанием на них более мелких стяжений, которые в конечном итоге придают конкрециям всевозможные и иногда уродливые очертания, как-то: ветвистые, сталактитовидные и др., подчас даже по виду трудно определяемые. Конкреции пирита также изменчивы и по величине. Среди них преобладают конкреции размером $6 \times 3 \times 4$ см, но встречаются наряду с такими и более плоские размером $10 \times 6 \times 2$ см и разные другие. Такое большое разнообразие форм конкреций и отклонения их в размерах частично находит себе объяснение в последней экспериментальной работе Б. В. Перфильева (6).

По строению конкреции резко различаются на 3 типа: 1) конкреции зонарные; 2) конкреции слоистые (полосатые), и 3) конкреции зернистые.

Из них 1-й тип преобладает, 2-й и 3-й встречаются значительно реже.

1. Конкреции зонарные обычно эллипсоидальной формы. Состоят они всегда из двух зон: а) внутри — зернистой, и б) снаружи — радиально-лучистой.

Зернистая зона состоит из субмикроскопических индивидуумов и почти всегда бывает разбита в середине контракционными трещинами и полостями. Последние покрыты с поверхности корочкой мелких кристалликов пирита (с ограничениями куба и октаэдра). На периферии их иногда присутствуют: корочки халцедона, кристаллического барита с ограничениями обычных форм (001), (110) и (011), примазки белого водного сульфата Fe — кокимбита и отдельные кристаллы гипса. Редко гипс в виде марьиного стекла выполняет нацело все трещины и полости у конкреций. В преобладающем количестве конкреций контракционные трещины появляются из центра, откуда они расходятся в стороны веерообразно, как бы в виде радиусов, которые затем в свою очередь разветвляются на более мелкие. Реже в конкрециях обособляются два центра, из которых расходятся контракционные трещины. Иногда последние располагаются концентрически, параллельно поверхности, образуя как бы скорлуповатую отдельность. От них в свою очередь отходят почти перпендикулярно им ответвления, которые разбивают внутреннюю часть конкреций на участки, более или менее близкие по форме к трапеции. Под микроскопом зернистая зона внутри, ближе к центру, является плотной

¹ Числа в скобках позади фамилий обозначают ссылки на помещенный в конце статьи список цитированной литературы.

и более тонкозернистой, к периферии она становится более пористой и более крупнозернистой, но это явление наблюдается не всегда. Побочных включений в этой зоне много и преобладают по преимуществу более тонкий илистый материал размером < 0.01 мм. В состав его входят угловатые зерна кварца, чешуйки слюды и реже обломки сильно измененного полевого шпата и глауконита.

Радиальнолучистая зона всегда меньше развита, в среднем обычно не превышает 5 мм, но иногда достигает 1 см. Состоит она из отдельных удлиненных индивидуумов, радиально расположенных, обычно расширяющихся к периферии, где они иногда заканчиваются ясно ограниченными головками куба (100) и октаэдра (111). На стороне, обращенной к зернистой зоне, отдельные индивидуумы тоньше и ясных ограничений не имеют. Даже больше того, они как-то незаметно появляются в ней, вначале в виде мелких зерен, которые, постепенно увеличиваясь в одном направлении, незаметно переходят в иголочки радиальнолучистой зоны. Благодаря этому граница между зернистой и радиальнолучистой зонами ступневывается и становится неясной. Изредка в конкрециях этого типа встречаются вполне пиритизированные остатки аммонитов со всеми деталями их строения. Очень близкую картину строения зонарных конкреций пирита наблюдал Н. Machias (26) в сланцах Пенсильвании.

Химический состав зонарных конкреций

Химический состав	Пирит из радиальнолучистой зоны	Пирит из внутренней зернистой зоны
Нерастворимый остаток	5.12%	15.64%
Fe	44.58	39.85
S	49.23	43.98
	98.88	99.47

2. Слоистые конкреции характеризуются линзовидной формой и в противоположность конкрециям 1-го типа всегда плотные и не имеют контракционных трещин. Состоят они из отдельных микроскопически ясно различных полосок. Каждая такая полоска состоит из зерен пирита. Отличие в строении их обуславливается тремя моментами: 1) формой отдельных индивидуумов, составляющих полоски (зерна — иголочки); 2) величиной их (0.1—0.01 мм), и 3) количеством включений.

На разломах некоторых конкреций этого типа замечено, что полосатое строение их обусловлено пульсацией роста.

3. Зернистые конкреции по форме вполне сходны с конкрециями 1-го типа, но в противоположность им они всегда плотные и никогда не обнаруживают зонарного строения. Конкреции этого типа встречаются среди сильно песчаных глин. Макроскопически они состоят из большого количества включений кластического материала, который сцементирован пиритом. Под микроскопом среди включений преобладают зерна кварца, реже встречаются зерна глауконита, полевого шпата, чешуйки слюды (серицита). Количество кластического материала в конкрециях этого типа иногда достигает 40—50%. Присутствие марказита в конкрециях всех трех типов реакцией I. Brush и S. Penfield (14) не обнаружено.

II. Сгустки пирита установлены мною по направлению слоистости лишь в 7-ом горизонте. На разломах перпендикулярных к слоистости сгустки имеют вид мелких листочков, лепешек, линзочек, размера в среднем $1\text{ см} \times 0.3\text{—}0.4\text{ см} \times 1.5\text{ см}$, обычно, без резких границ совершенно незаметно переходящих в боковую породу. Вокруг них порода всегда светлее окрашена, образуя как бы ореол на 4—5 мм в стороны. На разрезах параллельно слоистости эти сгустки пирита имеют вид пятен, неправильных контуров, темноокрашенных, с кольцом (на 4—5 мм) вокруг себя более светло окрашенной породы. По общему виду они чрезвычайно напоминают снимок G. Thiel (34) экспериментально воспроизводимых образований марганцовых руд колонией *Oidium manganifera beta*, где также резко выделяется посредине поля черное пятно марганцовых руд и светло окрашенное кольцо вокруг него с зачаточным образованием тех же руд.

Генетически, в появлении колец вокруг пятен марганцовых руд, с тем, что мы имеем в сгустках пирита, ничего общего не имеется, так как здесь мы имеем лишь ослабление окраски в силу извлечения сульфида Fe из окружающих пород. В двух экземплярах таких пятен пирита найдены остатки аммонитов. По форме и свойствам они вполне аналогичны тем пятнам, где остатков аммонитов и не было встречено. Под микроскопом, пятна, сгустки пирита, состоят из кристаллических зерен пирита в разных точках не одинаково густо расположенных, с большим количеством примеси тонколистого материала. В начале у меня явилось предположение о мельниковите, но реакциями 10% раствора Na_2S , HCl и 10% раствора соды мельниковит не обнаружен. Также не установлен и марказит.

III. Микроскопические включения пирита в глинах чрезвычайно обильны и наличием их обусловлен в значительной степени темный цвет глин. Особенно богаты ими горизонты 5-й, 7-й и 9-й. Форма и величина микроскопических включений чрезвычайно варьирует. С одной стороны,

Анализы пиритовых сгустков

Химический состав	1-й образец	2-й образец
Fe	26.33%	24.41%
S	26.42	25.61
Нерастворимый остаток	30.83	35.75
	83.58	85.77

это агрегат (0.1—0.05 мм) мелких зерен пирита типа конкреции, с металлическим блеском и характерным цветом, с другой — это сгустки тяжи темносерого цвета, без металлического блеска, криптористаллического строения. По форме, первые чаще всего приближаются к шартику, реже они оазываются вытянутыми по одному направлению и тогда принимают форму палочки, или же загибаясь и переплетаясь по несколько, дают формы близкие к спирали, цепочке, сетке, а местами как бы целые колонии их. Вторые, наоборот, никакой определенной формы не имеют. Это чаще всего пятнышки неправильных очертаний, либо удлиненные тяжики вокруг зерен кластического материала. Очень часты в глинах явления поверхностного изменения включений, выражающиеся в появлении вокруг них гидроокиси Fe. Величина включений колеблется в очень больших пределах, от ясно видимых даже макроскопически, до мельчайших зерен, едва заметных под микроскопом. Микрхимическими испытаниями мельниковита и марказита среди включений не обнаружено.

Таким образом, из всего приведенного выше ясно, что сернистое железо в юрских отложениях в районе д. Кармаеи очень распространено и всецело должно быть отнесено к пириту.

Возникает вопрос, каким условиям обязано такое большое распространение пирита в юрских отложениях и, в частности, когда и каким способом могли образоваться конкреции пирита?

I. Обычно, по происхождению пиритовые конкреции в осадочных породах классифицируются на сингенетические (образование одновременное с породой) и эпигенетические (образование более позднее). Большинство исследователей пиритовых конкреций в юрских отложениях СССР придерживается первого взгляда. На это указывают в своих работах А. Е. Ферсман (9), Я. В. Самойлов (8), В. Doss (17) и др.

Пиритовые конкреции в юрских отложениях окрестности д. Кармаеи имеют несомненно сингенетическое происхождение. За такой взгляд говорят следующие факты:

1. Ленточное расположение пиритовых конкреций параллельно слоистости [лентукулярность в залегании по Н. Machias (26) и W. Тааг (33)].

2. Полная пиритизация раковин и сохранность деталей строения их внутри некоторых конкреций, что возможно только при замещении их вскоре после смерти и при наличии соответствующего материала в момент их образования.

Н. Machias и W. Тааг, изучавшие пиритовые конкреции в сланцах Пенсильвании, оба эти факта считают доказательством сингенетического происхождения их пиритовых конкреций.

Косвенно на это же указывает: 1) труднопроницаемость пород, содержащих конкреции, которая затрудняет свободную циркуляцию мигрирующих растворов, чтобы агрегировать рассеянный материал в конкреции в более позднее время, и 2) слабая окисленность и сохранность их в глинах даже в самых верхних горизонтах (9 слой), что подтверждает это и указывает, что миграция растворов в глинах затруднена.

Если придерживаться противоположного взгляда, т. е. эпигенетического происхождения конкреций, то необходимо было бы допустить для этого наличие таких фактов как: 1) выделение пирита по трещинам; 2) более сильное изменение конкреций по сравнению с наблюдаемым в действительности, и 3) наличие в конкрециях остатков материала, в результате замещения которого конкреции получились.

Означенных фактов при изучении залегания конкреций я не наблюдал, и, таким образом, доказательств для ответа на эпигенетическое происхождение пиритовых конкреций я не нашел. Поэтому, казалось бы, высказанное мною вначале предположение о сингенетическом их происхождении должно быть более вероятным и более согласующимся с данными других исследователей.

II. Исходным продуктом пиритовых конкреций, особенно зонарных был несомненно гель сульфида Fe, который впоследствии перекристаллизовался и дал пирит. Прямых доказательств к такому утверждению я при изучении конкреции пирита не имел, но подтверждением этого служит самое строение конкреций.

На самом деле, такие факты как: 1) наличие контракционных трещин во внутренней мелкозернистой зоне, и 2) мелкозернистое строение внутренней зоны конкреций сильно заставляют предполагать о коллоидальном характере исходного продукта пиритовых конкреций и относить их согласно E. T. Wherry (39) и W. Lindgren (25, p. 27) к метаколлоидам (перекристаллизованным коллоидам). Первый факт является особенно показательным, ибо хорошо известно, что контракционные трещины обычно объясняются явлениями дегидратации коллоидальных гелей в момент консолидации их. На это указывают в своих работах W. Newhouse (27), J. Gill (20), W. Lindgren (25, p. 190), F. Bernauer (13),

а также R. Reed (28) при изучении конкреции аррагонита из Калифорнии. Мелкозернистость и субмикроскопическое строение внутренней зоны, а также наличие местами большого количества адсорбированного илистого материала как будто бы все это лишь подтверждают. Присутствие радиальнолучистой зоны у конкреций указывает на последующий рост их в илу из электролитных насыщенных растворов путем диффузии, что вполне подтверждается опытами A. R. Whitman (40), которому искусственно удалось получить конкреции пирита величиной с яйцо в каолине вокруг искусственно выделенных кристалликов пирита, образование которых он позднее объяснил диффузией. С этой точки зрения, я считаю сохранившиеся сгустки пирита в 7-м слое исходным и начальным моментами образования пиритовых конкреций в юрских отложениях окрестностей д. Кармамен.

III. Исходя из сферической формы конкреций и состояния первичного исходного продукта, казалось бы, можно было объяснить их образование двойным образом: 1) явлением коагуляции из коллоидальных растворов, и 2) участием животных организмов.

Первая теория в последние годы находит среди геологов много сторонников, которые приписывают образование сферических агрегатов аморфного и кристаллического строения явлениям коагуляции коллоидальных растворов, без всякого участия животных организмов. Действительно, опытами за последнее время было доказано, что при некоторых условиях коллоидальные растворы при коагуляции дают сфериты. Так, H. Schade (29), работая над мочевыми (почечными) камешками, показал, что они образуются из коллоидального состояния при переходе эмульсии в твердое состояние. G. Linck (24) экспериментально доказал, что карбонат кальция, осаждаясь, дает вначале тонкий „mud“, из которого впоследствии образуются оолиты. T. W. Vaughan (38) и W. H. Bucher (15) это подтвердили. W. Lindgren (25, p. 324) также указывает, что оолиты кальция в своем развитии проходят стадию геля. W. A. Taar (32) получал при добавлении кремневой кислоты к раствору NaCl с содержанием других соединений соответственно морской воде при некоторой концентрации желатинозный осадок SiO_2 , принявший впоследствии вид маленьких шариков на дне сосуда. Van Hise и C. R. Leith (37) получили искусственно гриналит вначале в виде хлопьев, затем изменившихся в зернистые сфериты. J. Gill (20, p. 694) при обсуждении генезиса также держится того мнения, что строение сферических образований обусловлено коагуляцией эмульсоидов и суспензоидов. Прямых же указаний на получение сферических агрегатов пирита таким способом в литературе я не нашел. Имеется лишь указание у W. Lindgren (25, p. 302) на оолитовые породы в окрестностях Wabana, Newfoundland, Cleveland Hills в Англии, но генезис их в этих районах не считается еще пока установленным.

Вторая теория образования конкреций при участии организмов имеет большую давность и она часто применяется к образованию, в частности, пиритовых конкреций. Роль организмов при этом сводится согласно этой теории к выделению тонкоколлоидального осадка, который затем, накапливаясь и собираясь в более или менее сферические формы, позднее кристаллизуется и образует сфериты (в частности конкреции). Но здесь возникает вопрос, как можно представить образование исходного продукта пиритовых конкреций? Большинство исследователей пиритовых образований в осадочных породах объясняет образование исходного продукта на основании воспроизводимых экспериментов и обычной ассоциации пирита с породами богатыми органическим веществом, тремя путями: 1) восстановлением растворов сульфата и тиосульфата Fe органическим веществом; 2) жизнедеятельностью сульфатвосстанавливающих бактерий из растворов сульфатов и тиосульфатов Fe, и 3) действием H_2S на растворы сульфата и карбоната.

Большинство прежних исследователей придерживается первого взгляда, правда, без экспериментальных на то данных, а лишь на основании обычной ассоциации их с породами, богатыми органическим веществом, таких как например угли, сапрпель и др. Произведенные же с этой целью поверочные испытания E. T. Allen, J. L. Crenshaw и J. Johnston (10) в среде без бактерий дали пока отрицательные результаты. Такие же данные были получены в 1922 г. J. W. Gruner (21) в его экспериментах с осаждением сернистого Fe. Поэтому, казалось бы более целесообразным рассматривать роль этого факта в освещении двух последних взглядов, которые несомненно стоят ближе к истине.

Второй взгляд на образование исходного продукта пирита предусматривает в растворе существование сульфатвосстанавливающих бактерий, которые в процессе своей жизнедеятельности способны были бы расщеплять сульфаты и тиосульфаты Fe и (путем удаления из них кислорода) освобождать сульфид Fe. Соответствующие бактерии изучены и они описаны у W. Twenhofel (36, p. 335). Опыты, подтверждающие этот взгляд на образование пирита были сделаны целым рядом лиц, как-то, A. O. Hayes (23), W. M. Beijerinck (12), Г. Потонье (7), E. C. Harder (22), в последнее время G. A. Thiel (34, p. 307 и 35, p. 299), J. Gruner (21, pp. 430—447).

Третий взгляд требует для образования сульфида Fe присутствия H_2S . Образование его в растворах может быть представлено несколькими путями: а) гнилостными бактериями через разложение серосодержащих протеинов в органическом веществе; в) бактериями, действующими на свободную серу; с) сульфатвосстанавливающими бактериями на сульфаты и тиосульфаты Fe в условиях анаэробиза, и д) действием CO_2 на сульфиды Fe с образованием карбонатов Fe.

Возможность образования сульфидов Fe таким путем чрезвычайно энергично поддерживается в последнее время W. A. Taar (33), H. E. Machias и W. H. Newhouse (27, p. 73). Мне кажется, два последние взгляда, применительно к образованию сульфида Fe в естественных условиях, трудно разграничить, так как они тесно связаны в своем существовании и взаимно дополняют друг друга.

В каких условиях эти два фактора могут вызвать образование сульфида Fe, дает ответ W. A. Taar (33). Он считает, что наиболее подходящими для этих условий являются неглубокие морские депрессии (в частности лагуны), где отсутствует течение и обмен, а так как сульфатовосстанавливающие бактерии и гнилостные — анаэробы, то в этой среде деятельность их является наиболее активной. E. Bastin (11) к этому добавляет, что аналогичные условия могут существовать также и в грунтовых водах и у берегов моря, где также имеются сульфатовосстанавливающие и гнилостные бактерии и где, благодаря их жизнедеятельности, имеется значительное количество H_2S . В качестве примера им приводится обильное распространение H_2S в проливах Голландского побережья, в Черном море, в грунтовых водах нефтяных месторождений Америки. Из последних месторождений, между прочим, ему удалось даже выделить три вида сульфатовосстанавливающих бактерий Fe. Другие исследователи как-то: G. A. Thiel (35), W. Twenhofel (36, p. 333—335) и F. W. Clarke (16) вообще считают сульфатовосстанавливающих бактерий очень распространенными в илу и глинах морей и океанов. В литературе помимо мест, приведенных Bastin частью известных еще раньше из работ Doss, в настоящее время известен целый ряд других мест, где имеются аналогичные условия и где по сие время идет образование сернистого Fe. Так, B. Doss (17, p. 689—693), G. E. Siebenthal (31), H. Андрусов (1), М. Егукон (3), Б. Исаченко (4), Н. Книпович (5), А. Д. Архангельский (2) и другие дают целый ряд указаний о таких районах в СССР. G. Forchhammer (19), а после Г. Потонье (7) — дают подобные указания о Германии. В настоящее время в этом отношении особо интересно в качестве примера образование моносульфида Fe в Черном море. Гидрологические и биологические условия этого бассейна известны по работам Н. Книповича, Н. Андрусова и А. Архангельского. Я оставляю в стороне установленное ими вертикальное распределение изолиний гидрологических элементов как-то: соленость, плотность и др. Я позволю себе лишь указать, что своеобразное распределение плотности, по Архангельскому, ограничивает вертикальную циркуляцию вод на глубину и тем самым обуславливает изменение газовых составных частей воды, а отсюда и биохимизма. А. Архангельский на этом основании различает поверхностную зону (с O) и нижнюю зону, обогащенную H_2S . Воды последней зоны населены только анаэробными бактериями, а существа

более высокоорганизованные встречаются здесь лишь в виде трупов, опускающихся на дно из верхнего слоя воды. Очень близкие условия распространения газов и, в частности H_2S в морской воде, обусловленных бактериальной средой, дает Twenhofel. Им с этой целью дана даже целая схема. При допущении, что восстановительные процессы на дне Черного моря, а также и в других местах могут продолжаться долгое время, значение этого процесса как фактора осаждения сульфидов Fe едва ли может подлежать сомнению.

Форма осажденного при таких условиях сульфида Fe не совсем еще ясна. Большинство исследователей считают его за гель. Так W. Taar (32, p. 734) в последней работе о пиритах Пенсильвании указывает, что первичный сульфид Fe имел вначале вид черного геля (мельниковит), который впоследствии при добавлении свободной S, выделяемой серобактериями, существующими в тех же условиях, изменялся в пирит, реже — в марказит. F. Clarke, H. Schneiderhöhn (30), W. Newhouse (27, p. 73), М. Егукон, J. Gruner держатся того же взгляда. С этой целью Newhouse получил экспериментально из растворов $FeSO_4$, при прохождении H_2S , сульфид Fe. Полученный продукт оказался очень близким к продукту, также искусственно полученному и описанному B. Doss, который признал его за гель сульфида Fe и считает его за исходный продукт, впоследствии переходящий в пирит. На этом основании B. Doss (17), как известно, даже вывел следующий ряд: троилит-гель → мельниковит-гель → мельниковит-пирит.

В последнее время такие же гели сульфида Fe были экспериментально получены G. Thiel (34) и J. Gruner (21, p. 407).

По вопросу о переходе геля сульфида Fe в кристаллический пирит в литературе известны лишь прежние опыты Бишофа, Carpenter и W. Feld (18). Более новых и уточняющих опытов в этом отношении пока не имеется.

Из этих двух теорий для объяснения образования пирита в юрских отложениях окрестностей Кармаеи заслуживает большего внимания вторая, предполагающая при образовании пирита участие организмов. Подтверждением этого могут служить следующие факты:

1) восстановительный характер среды, в которой шло образование пирита и его спутников (на этот факт указывал еще раньше А. Е. Ферман для других районов);

2) обычное отсутствие фауны в глинах, за исключением горизонта 7-го и 1-го, где были единичные находки ее, которые может быть можно рассматривать в понимании А. Архангельского „как трупы“;

3) обилие пирита, косвенно указывающее на присутствие в прошлом H_2S ;

4) присутствие пиритовых сгустков вокруг раковин, и

б) форма многих микроскопических включений, напоминающих колонии бактерий, подобная изученной Н. Scheiderböhn (30) для Kupferschiefer Германии.

Если все это учесть, то станет необходимым полагать, что Юрское море (Кл.и) на территории Чувашской Республики в районе д. Кармамен представляло, повидимому, такой участок моря, где был застой вод и где условия были, может быть, близкими условиям Черного моря, благоприятствовавшим развитию анаэробных бактерий, сульфатвосстанавливающих и гнилостных. Первые участвовали в восстановлении сульфатов Fe с образованием сульфидов Fe и при этом также служили источником H_2S , а вторые, производя гниение органического вещества, пополняли количество H_2S и вместе с тем усиливали осаждения сульфидов Fe вокруг гниющих остатков и подчас замещали их нацело. Если это так, то сгустки пирита вокруг раковин необходимо рассматривать как начальную стадию образования пиритовых конкреций.

Резюмируя все приведенное выше, я прихожу к следующим выводам:

1) конкреции пирита являются синтететическим образованием, т. е. одновременным с вмещающими их породами;

2) гель сульфита Fe (вернее моносulfида) — надлежит считать исходным продуктом конкреций, который впоследствии изменился в пирит;

3) образование первичного сульфидов происходило при участии бактерий (сульфатвосстанавливающих и гнилостных) из растворов сульфата и тиосульфата Fe;

4) образование конкреций должно быть отнесено насчет первичного сульфидов в момент консолидации осадков;

б) рост конкреций частью продолжался и после путем диффузии.

Но был ли исходным продуктом пиритовых образований гидротроилит, гидромельниквит или гельмельниквит, ответа на этот вопрос в юрских глинах окрестностей Кармамен я не получил.

Казань. 1929.

СПИСОК ЦИТИРОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрусов, Н. И. — З. АН, сер. VIII, 1894, 1, № 1; он же. И. Геогр. общ., 1892, 28 и 1902, 38.
2. Архангельский, А. Д. — Нефт. хоз., 1926 и Bull. Soc. Nat. Mosc., 1927, 35, 199.
3. Егукон, М. — Е. геол. и мин. Росс., 1897—98, 4, 157—180.
4. Исаченко, Б. Н. — Исследования над бактериями Сев. Ледовитого океана. Т. Мурм. Н.-Пром. эксп. 1906 г., II., 1914, 160—259.
5. Книпович, Н. — И. Центр. гидрометр. бюро, 1925, 4 и — Т. Аз.-Черном. Н.-Пром. эксп., 1926, вып. 1.
6. Перфильев, В. В. — И. Геол. ком., 1926, 45, № 7, 795.
7. Потонье, Г. Сапропелиты. Сер. Нефт. и сл. хоз., 1920, 169—170.

8. Самойлов, Я. В. — Т. Ком. Моск. с.-х. инст. по иссл. фосфоритов, 1909, 1, 148 u. 1910, 2, 144.
9. Ферсман, А. Е. — Геохимия России, 1922, 1, 131—157.
10. Allen, E. T., Crenshaw, J. L. u. Johnston, J. — Am. J. Sci., ser. 4, 1912, 13, 171—172.
11. Bastin, E. S. — J. of Geol., 1926, 34, № 8, 773.
12. Beijerinck, W. M. — Cbl. f. Bakter., Ser. II, 1894, 1, 1—9, 104—114.
13. Bernauer, F. Die Kolloidchemie als Hilfswissenschaft d. Min., 1924, 5.
14. Brush, I. u. Penfield, S. — Determ. Min., N. York., 15 ed., 1899, 252.
15. Bucher, W. H. — Bull. Geol. Soc. Am., 1918, 103.
16. Clarke, F. W. — Bull. U. S. Geol. Surv., 1924, 770, 150, 203.
17. Doss, B. — N. Jb. Min., 1912, Beil.-Bd. 33, 662.
18. Feld, W. — Z. f. angew. Chem., 1911, 24, 97.
19. Forchhammer, G. — Report of Brit. As. f. Adv. of Sci., 1844, Meet. 14, 155—169.
20. Gill, J. — Econ. Geol., 1927, 22, № 7, 703.
21. Gruner, J. W. — Econ. Geol., 1922, 17, № 6, 445.
22. Harder, E. C. — U. S. Geol. Surv., 1913, 30.
23. Hayes, A. O. — Mem. Geol. Surv. Canada Dept. of Min. 1915, 78, № 66, Geol. ser., 96.
24. Linck, G. — N. Jb. Min., 1903, Beil.-Bd. 16, 495—513.
25. Lindgren, W. — Mineral Deposits, Ed. 3, 1928.
26. Machias, H. — J. of Geol., 1928, 36, № 5, 440.
27. Newhouse, W. H. — J. of Geol., 1927, 35, № 1, 82.
28. Reed, R. — J. of Geol., 1926, 34, № 3, 839.
29. Schade, H. — Z. Chem. u. Ind. d. Koll., 1909, 4, 175—180 u. 260—266.
30. Schneiderhöhn, H. — N. Jb. Min., Beil.-Bd. 47, 1—47.
31. Siebenthal, G. E. — Bull. U. S. Geol. Surv., 1915, 605, 63.
32. Taar, W. A. — Am. J. Sci., 1917, 44.
33. Taar, W. A. — J. of Geol., 1928, 36, № 5, 434.
34. Thiel, G. A. — Econ. Geol., 1925, 20, № 4, 301.
35. Thiel, G. A. — Econ. Geol., 1926, 21, № 3, 299.
36. Twenhofel, W. — Treatise on sediment, 1926.
37. Van Hise u. Leith, C. R. — Mon. U. S. Geol. Surv., 1911, 52, 522.
38. Vaughan, T. W. — Carnegie Inst. Wash., 1914.
39. Wherry, E. T. — J. Wash. Acad. Sci., 1914, 4, 112.
40. Whitman, A. R. — Econ. Geol., 1913, 8, № 5 u. 1928, 23, № 5, 487.

L. Miropolskij. Konkretionen von Pyrit im Jura des Tschuwaschen-Gebiets

Résumé

In jurassischen Tonen in der Nähe des Dorfes Karmamea (Kreis Zivilsk der Tschuwaschen-Republik) ist Schwefeleisen in Form von Pyrit in verschiedenen Horizonten sehr verbreitet.

Es findet sich teils in mikroskopischen Einschlüssen, die zu einem gewissen Grade die dunkle Färbung der Tone hervorrufen, teils bildet es kleine Blättchen u. Linsen längs der Schichtung, die eine unregelmässige Form haben u. immer um sich einen Ring von heller gefärbtem, geblichenem

Ton besitzen. Endlich sind noch Pyritkonkretionen verschiedener Form u. Grösse sehr verbreitet, zumeist linsenförmig u. ellipsoidal, überwiegend von zonalem Bau, von Kontraktionsrissen durchsetzt.

Verf. steht auf dem Standpunkte, dass es syngenetische Bildungen sind, darauf weist einerseits die Verteilung der Konkretionen nach der Schichtung hin und andererseits die vollkommene Pyritisierung der darin enthaltenen Muscheln, wobei die Einzelheiten ihrer Struktur beibehalten sind.

Das Eisensulfid (Monosulfid) muss ursprünglich ein Gel gewesen sein, welches sich später in Pyrit verwandelte; dies ist aus dem feinkörnigen Bau der zentralen Teile der Konkretionen zu ersehen, in denen auch Kontraktionsrisse zu verzeichnen sind.

Verf. nimmt an, dass die Bildung des Sulfids aus Sulfat- u. Thiosulfatlösungen durch Bakterien hervorgerufen wurde. Die Bildung der Konkretionen aus dem Sulfid verlief gleichzeitig mit der Konsolidation der Sedimente, wobei ihr Wachstum, durch Diffusion bedingt, fort dauerte.

Die Natur des ursprünglichen Materials der Pyritbildungen, die Zugehörigkeit zu Hydrotroilit, Hydromelnikowit oder Melnikowitgel, konnte an dem untersuchten Material nicht aufgeklärt werden.