

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Э. И. КУТЫФЕВ

К ВОПРОСУ ОБ ОБРАЗОВАНИИ ПИЗОЛИТОПОДОБНОГО
МАГНЕТИТА И ПИЗОЛИТОВОГО ТУФФИТА¹

Вопрос об условиях образования так называемого «оолитового» магнетита, довольно часто встречающегося на месторождениях Ангаро-Илимского типа, давно привлекал внимание многих геологов.

К. И. Богданович [2, 3], обративший внимание на «оолитовые» образования, необычные для магнитного железняка, подозревал, что происхождение их связано с замещением «красного или, может быть, шпатового железняка», отлагавшегося по типу карлсбадского горохового камня.

С. А. Докторович-Гребницкий [4] предполагал, что рудное вещество непосредственно выпадало из раствора, образуя выделения округлой формы.

Несколько позднее Н. П. Аникеев [1] высказал мысль о связи образования «оолитового» магнетита с коллоидными процессами в условиях значительно более низкотемпературных, чем образование нормально-вкрапленных, брекчиевидных и жильных руд.

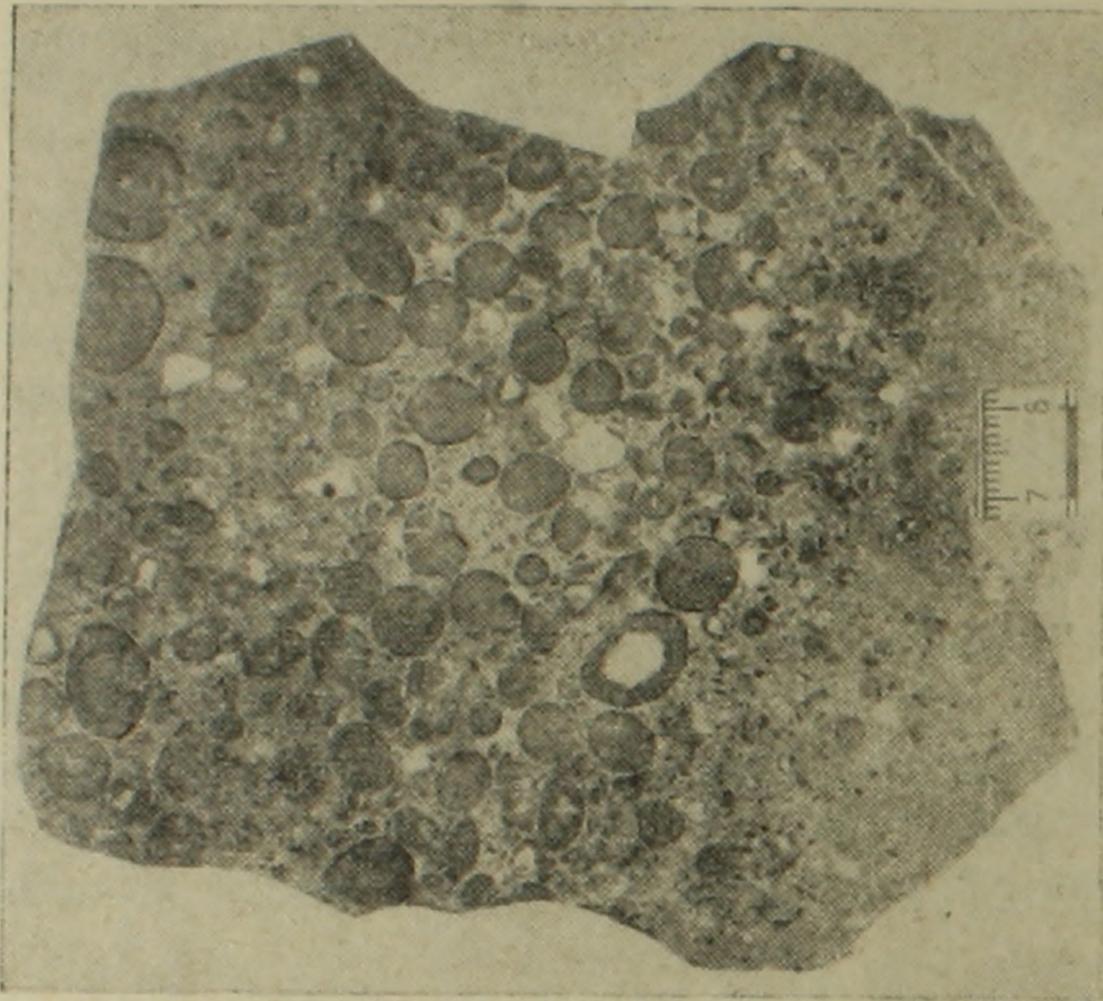
Н. В. Павлов [8] связывал образование оолитовых выделений с конечным этапом отложения руд из коллоидных растворов.

А. Н. Заварицкий [6] полагал, что и весь оолит первоначально был карбонатным, а в дальнейшем он перекристаллизовался и был замещен хлоритом и магнетитом. Карбонатные оолиты, по мнению А. Н. Заварицкого, представляли собой жильные тела — отложения минеральных источников. Впоследствии толща, вмещающая карбонатные жилы, попала в ореол контактового метаморфизма, и карбонат был замещен рудным веществом.

Принимая такое объяснение А. Н. Заварицкого, мы должны считать, что форма образования магнетита заимствована у карбонатных пизолитов (или оолитов), то есть он псевдоморфный, и правильнее называть такие образования не оолитами (пизолитами), а псевдооолитами (псевдопизолитами), или оолито (пизолито) подобными образованиями. В связи с этим термин «оолитовый» и «пизолитовый» правильнее относить в данном случае к разряду не структурных, а текстурных особенностей руды, а структуру магнетита считать структурой замещения.

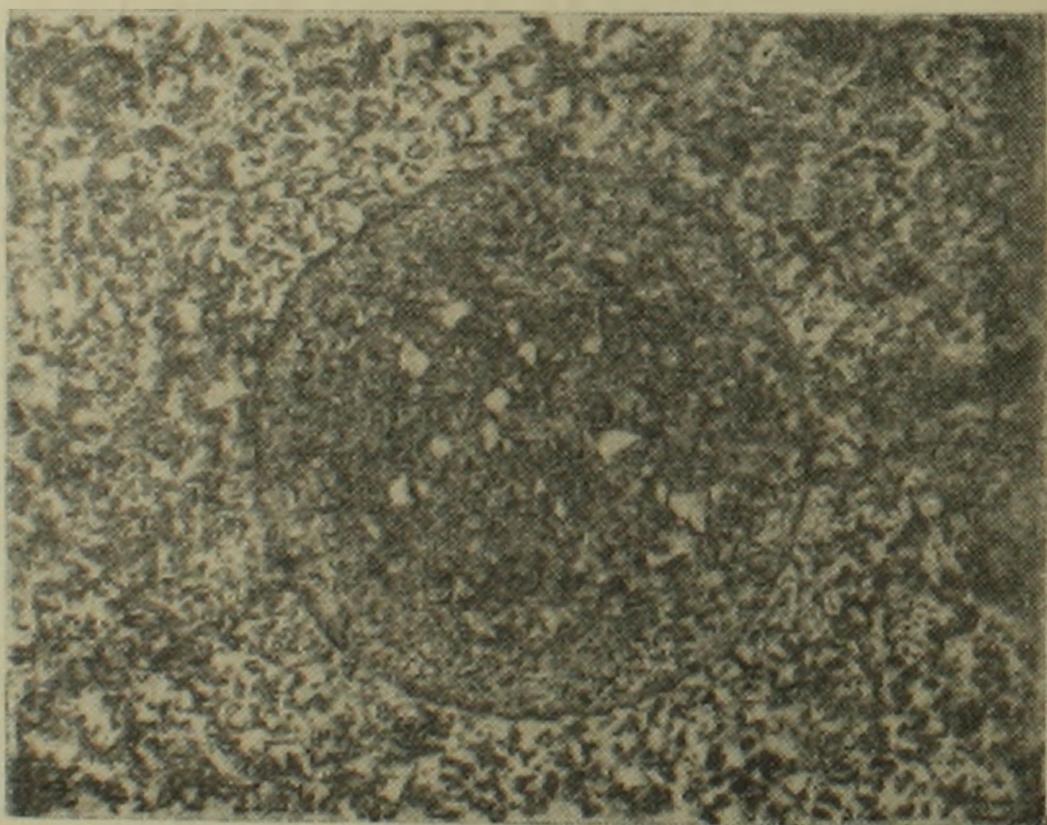
¹ Статья представляет интерес также и для возможного объяснения условий образования весьма сходных с пизолитоподобным магнетитом т. н. «нодулярных» текстур руд, развитых на Разданском железорудном месторождении в Армянской ССР.
Ред.

На реке Илимпее, левом притоке реки Нижней Тунгуски, летом 1960 г. автор собрал материал, позволивший ему сделать вывод о метасоматическом развитии пизолитоподобного магнетита по пизолитовому туффиту.



Фиг. 1 Пизолитовый туффит. Полированный штупф.

Пирокластические образования пизолитовой структуры на Сибирской платформе встречаются довольно часто. Они были отмечены на реках Желиндукон, Таймуре, Южной Чуне, Чоне — в обнажении Туой-Хая, на Катанге — в Кривляках, по Подкаменной Тунгуске — у Ванавары.



Фиг. 2. Пизолитовый туффит. Дифференциальное распределение по величине кластического материала внутри пизолитов. Прозрачный шлиф. Без анализатора. $\times 20$.

Ниже приводится краткая геологическая характеристика района среднего течения реки Илимпен¹, где автором встречен пизолитовый туффит и пизолитоподобный магнетит.

Основное значение в строении района имеют массивные, неслоистые или слабослоистые пирокластические образования, среди которых широко распространены туфы, туфопесчаники, туфобрекчин и туффиты. Возраст толщи — нижний триас, мощность — 300—400 м. Породы залегают го-



Фиг. 3. Пизолитовый туффит. Концентрически-зональное строение пизолита. Прозрачный шлиф. Без анализатора. $\times 20$.

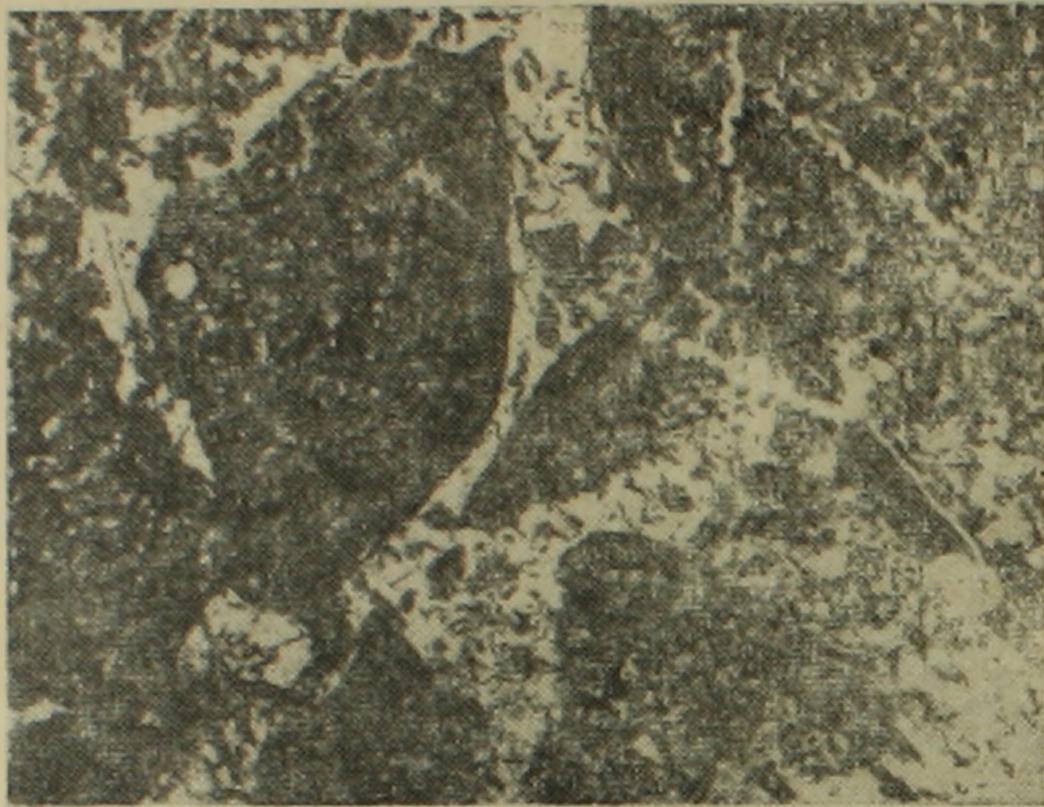
ризонтально, реже образуют пологие складки северо-восточного простирания. Местами толща прорвана небольшими штоками, трубообразными телами и дайками долеритов и разбита серией трещин и крупных нарушений, вдоль которых породы часто скарнированы и карбонатизированы. К зонам скарнирования приурочены тела магнетитовых руд и цеолит-кальцитовые жилы. Эти зоны, как правило, тяготеют к полям развития небольших штоков долеритов, а иногда располагаются непосредственно в дайках.

Породы описываемого обнажения представляют собой образования зеленовато-серого цвета, переходные от туфогенного алевро-псаммита к туфогенному песчанику, и состоят из обломков вулканического стекла, каолинизированных и карбонатизированных пород и примеси кластических зерен кварца и основного плагиоклаза, сцементированных сильно разложившим вулканическим стеклом и пеплом. Обломки составляют около 40% породы.

Среди этих образований отмечена линза примерно того же состава, но пизолитовой структуры, обусловленной наличием пизолитов (фиг. 1). Пизолитовый туффит образует линзообразное тело, протяженность вы-

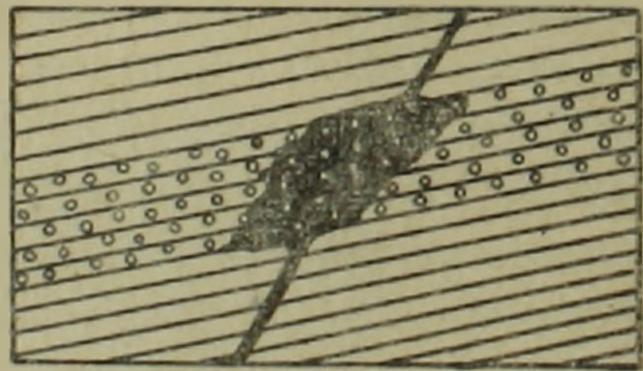
¹ В 4 км выше устья р. Дюкуины, левого притока р. Илимпен.

хода которого на поверхность около 200 м. Тело падает на юго-запад под углом 7—10°. Максимальная мощность его — 1,3 м.

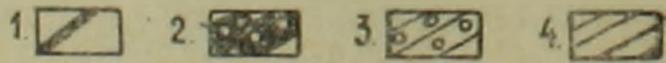


Фиг. 4. Обломки пизолитов, сцементированные пирокластическим материалом, который замещается карбонатом (белое). Прозрачный шлиф. $\times 30$.

Пизолиты представляют собой округлые и неправильно-округлые образования, иногда уплощенные вдоль напластования (фиг. 1, 2, 3). В краевых частях линзы пизолиты мелкие, диаметр их не превышает 0,5 см, тогда как в центральной ее части основная масса пизолитов имеет в диаметре 0,7—0,9, а иногда и 1,6 см. Центром пизолитов являются агрегаты мелких обломков кварца, основного плагиоклаза и вулканического стекла, сцементированные сильно разложившим вулканическим стеклом, пепловым и глинистым материалом и чешуйками хлорита. Иногда центрами пизолитов являются угловатые обломки туфа или каолинизированных и карбонатизированных пород, первоначальный состав которых установить не удастся; размер этих обломков соизмерим с размером самих пизолитов и составляет от $\frac{1}{4}$ до $\frac{3}{4}$ диаметра пизолитов. Правильнее и крупнее пизолиты, центром которых являются мелкие кластические зерна. К периферии размер обломочных частиц обычно уменьшается. Часто удлиненные обломки ориентированы максимальной величины измерениями по касательной в каждой точке сферы или зоны, в которой расположен обломок. Края горошин во всех случаях сложены глинисто-пепловым материалом. В этой



M 1:100



Фиг. 5. Схематическая зарисовка, иллюстрирующая взаимоотношение пород и руд различных структур и текстур. 1. Жильный мелкозернистый магнетит. 2. Магнетит пизолитовой текстуры. 3. Пизолитовый туффит. 4. Неяснослоистый и неслоистый туффит.

части особенно хорошо видно концентрически-зональное строение пизолитов. Реже встречаются пизолиты, в которых смена мелкообломочного материала пелитоморфным повторяется дважды и даже трижды (фиг. 1, 3).



Фиг. 6. Магнетит пизолитовой текстуры с кальцитом (белое).
Полированный штуф.

Наряду с целыми пизолитами в промежутках между ними в большом количестве встречаются обломки, представляющие собой секторы и сегменты пизолитов. В них также отчетливо видно зональное строение (фиг. 1, 4).

Пирокластические образования, и в том числе пизолитовый туффит, секутся жилой магнетита. Падение ее — юго-восточное под углом от 10 до 40°, мощность — 10—15 см (фиг. 5). На пересечении пизолитового туффита жилкой кроме мелкозернистого магнетита развит пизолитоподобный магнетит. Мощность зоны его развития — 0,5—0,6 метра в каждую сторону от жилы. Пизолитоподобные образования сцементированы мелкозернистым магнетитом и кальцитом (фиг. 6). Переход между неизменным пизолитовым туффитом и зоной пизолитоподобного магнетита постепенный. В самих пизолитах и в цементирующем их материале отмечена редкая вкрапленность пирита.

Метасоматическое образование пизолитоподобного магнетита по пизолитовому туффиту доказывается следующими фактами:

1. Локальным развитием пизолитоподобного магнетита — только в зоне пересечения пизолитового туффита жилкой магнетита.

2. Полным сходством внешних контуров и подобием размеров пизолитов и горошин магнетита. Иногда, особенно в контакте пизолитоподобного магнетита с жилой, средний размер горошин оказывается большим,

чем размер пизолитов. Объясняется это обрастанием горошин корочкой кристаллического магнетита второй генерации (см. ниже).

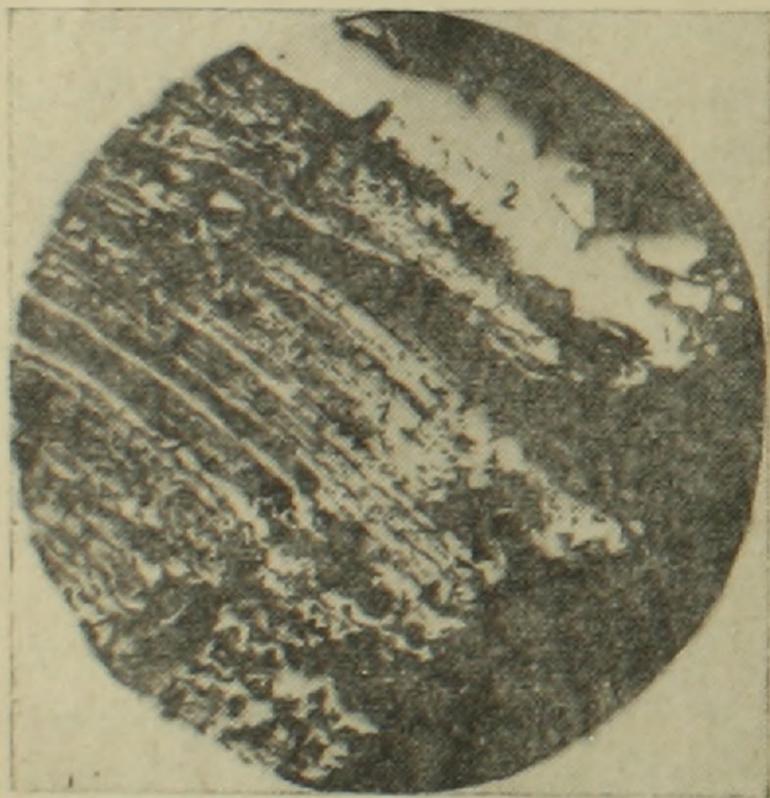
3. Наличием обломков пизолитов, замещенных магнетитом.

4. Наличием в ядрах орешин магнетита зерен кварца.

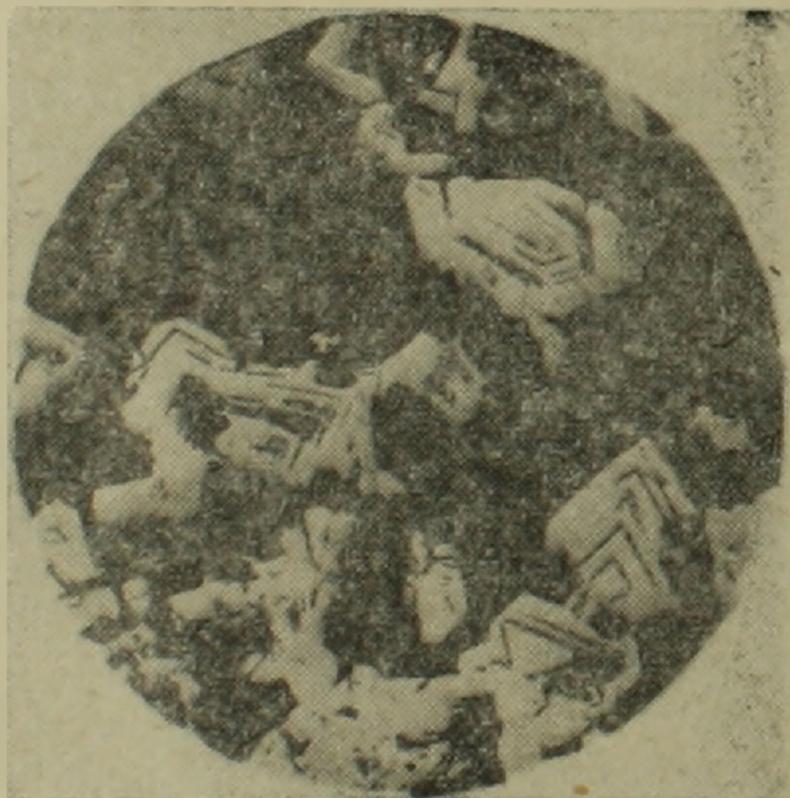
Выделяются три стадии процесса замещения пизолитового туффита пизолитоподобным магнетитом. В первую стадию внутренние части (ядра) и, в меньшей степени, цемент пизолитов, замещались карбонатом. Одновременно происходила мобилизация железа и магния во внешней оболочке пизолитов. В результате образовался магнетит первой генерации, подчеркивающий зональное строение пизолитов.

Во вторую стадию произошла перекристаллизация ранее отложенного карбоната. Об этом свидетельствуют следующие факты: а) ромбоэдрические кристаллы кальцита, часто встречающиеся в ядрах орешин магнетита, своими вершинами обращены к центру орешин, в то время как процесс замещения начинался от центра к периферии — последнее отчетливо видно в шлифах; б) ромбоэдры кальцита выкристаллизовались до отложения основной массы магнетита, поскольку магнетит зонально замещает эти кристаллы карбоната.

Третья стадия характеризуется привнесом основной части железа и отложением ее на поверхности орешин, вдоль мельчайших трещин, секущих оболочку орешин и магнетит первой генерации. В эту стадию магнетит интенсивно развивался и в карбонатном цементе орешин и в их ядрах.



Фиг. 7. Замещение обломка пизолита магнетитом первой генерации (1) и обрастание его корочкой магнетита второй генерации (2). Полированный шлиф. $\times 200$.



Фиг. 8. Избирательное замещение зонального кальцита магнетитом внутри орешин магнетита. Полированный шлиф. $\times 30$.

Иногда магнетит избирательно замещал кальцит (фиг. 8).

В процессе метасоматического замещения пизолитового туффита ин-

золитоподобным магнетитом произошли следующие изменения в составе породы¹:

1. Резко уменьшилось количество ионов кремния и алюминия.
2. В 10 раз возросло количество ионов трехвалентного железа и в 2,5 раза — двухвалентного.
3. Увеличилось количество ионов марганца. Марганец входит в состав как карбоната, так и магнетита.
4. В магнетитовой оболочке орешин количество ионов кальция возросло в 5 раз, а в ядрах — почти в 20 раз.
5. Уменьшилось количество ионов титана.
6. Произошло перераспределение ионов магния. В основном, магний вошел в кристаллическую решетку магнетита.

Вероятно, метасоматическое замещение магнетитом пизолитового туффита является одним из возможных способов образования пизолитоподобного магнетита на месторождениях Ангаро-Илимского типа.

Кроме этого вывода, рассмотренный материал позволяет сделать некоторые предположения относительно условий образования пизолитового туффита.

Главные причины возникновения структурных (дифференциальное, зональное расположение обломочного материала) и геометрических особенностей пизолитов, по-видимому, являются следствием проявления закономерностей слипания этих частиц в движущейся среде и особенностей движения среды.

Так как толща пирокластических образований не претерпела значительного метаморфизма, мы не можем отнести за его счет отсутствие в пизолитах обычных каогулятов. Приходится признать чисто механическую причину слипания обломочных частиц и особое физическое состояние этих частиц, образующих пизолиты. Основное значение, по-видимому, принадлежит соударению частиц, способных, благодаря тем или иным условиям, слипаться друг с другом. Эти условия, возможно, связаны с особым состоянием вулканической пыли, пепла и стекла, попадавших в движущуюся водную среду и игравших роль склеивающей массы.

Как уже отмечалось, большинство крупных обломков находится во внутренней части пизолитов. Связано это с тем, что крупные частицы в условиях подвижной среды слипаются друг с другом энергичнее, чем мелкие. К тому же крупных частиц меньше и они быстрее расходуются. Поэтому в процессе роста пизолитов зернистость частиц, слагающих новую зону, оказывается меньшей, чем в предыдущей зоне. Последними прилипают самые мелкие — пелитовые и алевритовые частицы, образуя внешнюю оболочку пизолитов. Рост пизолитов происходил в условиях в целом ненаправленного движения, что исключало поступление новых порций обломочного материала и обусловило уменьшение зернистости новых зон. Можно предполагать, что процесс протекал в закрытом водном бассейне, в который в большом количестве попадали частицы пепла и пыли, воз-

* Сравниваются результаты пересчета химических анализов по методу Т. Барта.

можно, в горячем состоянии, что способствовало их слипанию. Вероятно, такая обстановка могла создаваться в периоды земле- и моретрясений и интенсивной вулканической деятельности. С этих позиций нетрудно объяснить и чередование в пизолитах зон переменной зернистости. Отдельные пизолиты, в своей «сфере деятельности» поглотившие крупные частицы и начавшие обрастать пелитоморфным веществом, при усилении турбулентного движения могли быть переброшены в такие участки среды, где поглощение крупных частиц еще не закончилось. В таком случае они начнут поглощать эти крупные частицы, и новая зонка окажется сложенной более крупнозернистым материалом, чем предыдущая. Такое перебра- сывание могло повторяться дважды и даже трижды, и каждый переход фиксировался в виде зон переменной зернистости. На фигуре 1 видно, что крупные и угловатые обломки пород, послужившие центрами пизолитов, создали вокруг себя гораздо меньшие зонки нарастания, чем те пизолиты, образование которых началось с мелких обломков. Это связано с тем, что угловатые обломки имели меньше возможности передвигаться, а возможно и перекачиваться по дну бассейна и поглощать новые частицы, чем мелкие и более изометричные обломки.

После образования пизолитов произошло их переотложение, о чем свидетельствует площадная сортировка и наличие между пизолитами их же обломков. Тот факт, что не отмечено ни одного пизолита, центром которого служил бы обломок другого пизолита, говорит о дроблении их после образования и затвердевания.

ВСЕГЕИ
Ленинград

Поступила 3.V. 1962.

Է. Ի. ԿՈՒՏՅՐԵՎ

ՊԻՋՈՒՏԱՆՄԱՆ ՄԱԳՆԵՏԻՏԻ ԵՎ ՊԻՋՈՒՏԱՅԻՆ ՏՈՒՖԻՏԻ
ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ՀԱՐՑԻ ՇՈՒՐՋԸ

Ա. մ փ ո փ ու մ

1960 թվականին Ստորին Տունգուսկայի ձախ վտակ՝ Իլիմպայ գետի շրջանում կատարած երկրաբանական դիտարկումները հիմք հանդիսացան պի- ղոլիտանման մագնետիտի և պիզոլիտային տուֆիտի առաջացման սլայման- ները պարզաբանելու համար:

Պիզոլիտային կազմի հրաբեկորային առաջացումները Սիրիբյան պլատ- ֆորմում հանդիպում են բավական հաճախ: Պիզոլիտային տուֆիտներն ուսումնասիրված շրջանում առաջացնում են ոսպնյակաձև մարմին, որը մակե- րեսում հետամտվում է մինչև 200 մ: Մարմնի առավելագույն հզորությունը կազմում է 1,3 մ, անկումը դեպի հարավ-արևմուտք, 7—10° անկյան տակ:

Պիզոլիտները ներկայացված են զոնալ կազմության կլորավուն առաջա- ցումներով, որոնց տրամագիծը կազմում է մոտավորապես 0,5 սմ, երբեմն և ավելի:

Հրաբեկորային առաջացումներն, այդ թվում նաև պիզոլիտային տուֆիտները հատվում են մագնետիտային երակով: Հատման տեղում, բացի մանրահատիկ մագնետիտից, առաջանում է նաև պիզոլիտանման մագնետիտ: Անփոփոխ պիզոլիտային տուֆիտի անցումը պիզոլիտանման մագնետիտի աստիճանական է: Այսպիսով, պիզոլիտանման մագնետիտն առաջանում է պիզոլիտային տուֆիտի հաշվին մետասոմատիկ եղանակով, որն ապացուցվում է հետևյալ փաստերով՝

1. Պիզոլիտանման մագնետիտի առաջացմամբ միայն պիզոլիտային տուֆիտի և մագնետիտի երակի հատման տեղում:

2. Պիզոլիտների և մագնետիտի սիսեռահատիկների արտաքին ձևի և չափերի լիակատար նմանությունը:

3. Մագնետիտով տեղակալված պիզոլիտների բեկորների առկայությամբ:

Ինչպես ցույց են տվել դիտարկումները, պիզոլիտային տուֆիտի տեղակալումը պիզոլիտանման մագնետիտով տեղի է ունենում երեք հաջորդական ստադիաներում՝ առաջին ստադիայում պիզոլիտի կորիզը և մասամբ ցեմենտացնող նյութը տեղակալվում են կարբոնատով, երկրորդում՝ տեղի է ունենում նստեցված կարբոնատի վերաբյուրեղացում և, վերջապես, երրորդ ստադիայում կատարվում է երկաթի հիմնական մասի ներբերումը և նրա նստեցումը սիսեռահատիկների վրա:

Պիզոլիտային տուֆիտի տեղակալման պրոցեսում փոփոխվում է նաև ապարների կազմությունը.

1) խիստ նվազում է սիլիցիումի և ալյումինի իոնների քանակը.

2) 10 անգամ աճում է եռարժեք և 2,5 անգամ երկարժեք երկաթի իոնների քանակը,

3) աճում է մանգանի իոնների քանակը,

4) կալցիումի իոնների քանակը սիսեռահատիկների մագնետիտային թաղանթում աճում է 5 անգամ, իսկ կորիզում՝ համարյա 20 անգամ.

5) նվազում է տիտանի իոնների քանակը և

6) տեղի է ունենում մագնեզիումի իոնների վերաբաշխում:

Հավանաբար, պիզոլիտային տուֆիտի մետասոմատիկ տեղակալումը մագնետիտով հանդիսանում է Անգարա-Իլիմյան տիպի հանքավայրերում պիզոլիտանման մագնետիտի առաջացման հնարավոր եղանակներից մեկը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Аникеев Н. П. Очерк железорудных месторождений Ангаро-Илимского района. Тр. Вост.-Сиб. Геол. треста, вып. 19, 1936.
2. Богданович К. И. Материалы по геологии и полезным ископаемым Иркутской губернии. Горн. журн., Геол. исслед. по линии Сиб. жел. дор., вып. 11 (1896).
3. Богданович К. И. Рудные месторождения, т. I, стр. 108—110; т. II, стр. 219—223, 1912—1913.
4. Докторович-Гребницкий С. А. Очерк железных месторождений Николаевского завода Иркутской губернии. Тр. ГГРУ, вып. 33, 1931.
5. Заварицкий А. Н. Об оолитовой структуре. Тр. Минералогического Музея АН СССР, т. III, 1927.
6. Заварицкий А. Н. Один из случаев метаморфизма минеральных месторождений. Зап. Всес. мин. о-ва, вып. 2, 1952.

7. Павлов Н. В. О гипогенных магнетит-гематитовых оолитах из железорудных месторождений Ангаро-Илимского района. Изв. АН СССР, сер. геол. № 4, 1956.
8. Павлов Н. В. Вопросы генезиса эндогенных магнетитовых руд Тунгусской синеклызы Сибирской платформы. Изв. АН СССР, сер. геол. № 9, 1958.
9. Рожкова Е. В. и Соловьев Н. В. К вопросу образования сферолитовых и оолитовых структур. БМОИП, отд. геол. 15, 1937.