

Г. М. В Л А С О В

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ СЕРНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЯПОНИИ

Реферат работ:

1. Т. Като, Т. Ватанабе и А. Накомотто. «О серных отложениях, связанных с сульфидами железа в четвертичных образованиях Японии». Напечатано в Japanese Journal of Geology and Geography, т. XI, № 3—4, 1934.

2. Т. Като, Т. Ямагути, У. Огава и Т. Ёсида. «Серные месторождения типа Ёнаго-Огуен». Напечатано там же, т. XVII, № 3—4, 1940.

3. Т. Ватанабе. «Излияния расплавленной серы из вулкана Сиретоко-Ёсан». Хоккайдо (Япония). Напечатано там же, где и статья № 2.

4. Х. Танакодате. «Эксплозивное извержение вулкана Такатидаке на Хоккайдо в 1926 году». Напечатано в Proceedings of the Third Pan-Pacific Science Congress, Tokyo, 1926.

Перевод с английского Г. М. Власова, Ю. Ф. Чемякова и М. И. Попковой.

Сера вулканического происхождения давно используется в Японии для практических целей и относительно хорошо изучена. Некоторые работы японских авторов содержат существенный материал по вулканическим месторождениям серы, поэтому нам представляется полезным изложить их содержание.

Т. Като на основании личных работ и используя данные других японских авторов выделил среди японских промышленных месторождений серы следующие типы:

- 1) наиболее промышленно ценные, вулканогенно-осадочные, пластообразные месторождения типа Хоробец-Мацуо (Horobets — Matsuo);
- 2) вулканические месторождения вкрапленных и массивных руд замещения типа Ёнаго-Огуси (Yonago — Ogusi);
- 3) серные потоки на склонах и у подножья вулканов [тип Ивосан (Iwosan)].

1. ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫЕ, ПЛАСТООБРАЗНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Месторождения этого типа образовались и образуются в настоящее время в кипящих кратерных озерах. Рудные залежи, примерами которых могут быть серные залежи крупнейших серных рудников Японии — Хоробец (Horobets) на Хоккайдо и Мацуо (Matsuo) на Хонсю, представляют плоские тела, достигающие нескольких сотен метров в поперечнике и мощности в 10—25 м.

Граница между рудными залежами и подстилающими их эффузивными породами, преимущественно представленными двупироксеновыми андезитами, резкая, волнистая, соответствует дну котловин, в которых происходило отложение серы. Горизонтальная выработка, пройденная на руднике Хоробец на несколько метров ниже серных отложений, по двупироксеновым андезитам, встретила крутонаклоненные и вертикальные трещины, являвшиеся путями выхода ко дну озера горячих источников и сернистых газов. Вдоль этих трещин андезиты сильно обесцвечены и превращены в каолинизированную массу.

Главнейшими типами руд серных залежей являются:

1) Серые руды, состоящие из смеси зерен серы, опала, черного железного колчедана и пепловых частиц. Кроме этого, в них спорадически встречаются мелкие округлые включения (размером 0.5—1 мм) мышьякового колчедана. Серые руды обычно имеют мощность порядка нескольких метров и залегают в основании рудных залежей.

2) Полосчатые руды, сложенные перемежающимися слоями опализированного туфа с зернами серы желтой окраски и черного железного колчедана. В результате микроскопического изучения руд выявлено, что слои черного колчедана образовались после желтых сернистых слоев замещением и отложением вдоль плоскостей напластования. Эти руды перекрывают серные пластом в несколько метров мощностью.

3) Брекчиевидные руды, представляющие туфобрекчии и аггломераты, цемент и обломки которых замещены полностью или частично серой, опалом и черным железным колчеданом. Эти руды промышленностью не используются.

4) Пиритные руды, состоящие из различного размера округлых зерен желтого железного колчедана (преимущественно марказита).

5) Чистая сера, присутствующая в рудах различного типа в виде секущих прожилков и жил. Она представляет собой в большинстве случаев перекристаллизованную возгонную серу, отложенную фумаролами.

В рудах часто присутствуют включения барита, растительных остатков и опаловых оолитов.

Боковые породы у серных залежей сильно опализированы, каолинизированы и алунизированы.

В образовании серных отложений авторы выделяют три стадии минерализации, а именно:

1) Образование слоистых серных отложений в кипящих кратерных озерах. В течение этой стадии откладывались кремнеземистый материал и сера, в небольшом количестве при этом осаждался также черный железный колчедан. К концу стадии происходила алунизация боковых пород и осернение туфовых пластов.

2) Стадия отложения железного колчедана по трещинам и по плоскостям напластования сероносных отложений. Для этой стадии характерно развитие, благодаря ритмическому отложению черного железного колчедана, концентрически-полосчатых структур (явление Лизеганга).

3) Стадия отложения чистой серы в виде жил, выполняющих трещины, и неправильной формы конкреций в осерненных туфовых массах и в железном колчедане.

Таким образом, вопреки распространенному мнению о небольшом промышленном значении вулканических серных месторождений, вулканогенно-осадочные месторождения серы достигают больших размеров; годовая добыча рафинированной серы на руднике Мацуа, например, превышала 30 000 т.

Современную обстановку отложений серы в кратерных озерах мы можем наблюдать на наших отечественных месторождениях, например, в озерах

Итибисинай и Хонто на острове Кунасири. По имеющимся сведениям, здесь японцами добывалось ежегодно вычерпыванием со дна озер до 600 т серы.

Представителем «ископаемого» месторождения вулканогенно-осадочного типа на территории советского Дальнего Востока, повидимому, является Ветроваяймское серное месторождение на полуострове Камчатка. Имея целый ряд сходных признаков с месторождениями Хоробец и Мацуо, оно вместе с тем отличается многими своеобразными чертами, и образование его связано не с четвертичной, а с верхнетретичной вулканической деятельностью. К числу особенностей Ветроваяймского месторождения, помимо возраста, относится его пространственная, а возможно, и генетическая связь с кислыми лавами (липариты). На месторождении пока не обнаружено основных или средних эффузивов, которые могли бы быть родственными серным залежам. Далее, обращает внимание отсутствие в ветроваяймских рудах сколько-нибудь значительных количеств железного колчедана, постоянно сопровождающего серные руды Японии и Курильских островов. Оригинальной чертой Ветроваяймского месторождения является также присутствие в серной залежи его Центрального участка горизонта темнокоричневой и черной серы, содержащего в изобилии растительные остатки и даже прослой бурого угля. Это является наиболее серьезным фактом, указывающим на вулканогенно-осадочное происхождение ветроваяймских руд.

2. ВУЛКАНИЧЕСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВКРАПЛЕННЫХ И МАССИВНЫХ РУД ЗАМЕЩЕНИЯ ТИПА ЁНАГО-ОГУСИ

Этот тип месторождений, образованных сольфатарной деятельностью в кратерных депрессиях вулканов, занимает в японской серной промышленности следующее, по объему продукции, место после типа вулканогенно-осадочных месторождений.

Образование месторождений типа Ёнаго-Огуси также связано с четвертичной вулканической деятельностью и приурочивается к кратерным или кальдерным депрессиям вулканов, сложенных преимущественно двупироксеновыми андезитами, их туфами и туфо-брекчиями.

Масштаб месторождений этого типа зависит, в первую очередь, от благоприятных условий для разложения пород и замещения или импрегнации их серой. Подобные условия создаются вдоль зон дробления и внутри рыхлых вулканических пород агломератового сложения. Циркулирующие через эти зоны сернистые газы и растворы обуславливают, по существу, те же процессы, которые наблюдаются при образовании вулканогенно-осадочных серных месторождений, а именно: опализацию, осернение, алунитизацию, отложение черного железного колчедана, а также иногда пропилитизацию. В итоге, в общем случае, образуются рудные залежи, обычно располагающиеся вдоль зон дробления, или вкрапленные серные руды в разложенных и минерализованных вдоль трещин боковых породах. Ширина осерненных таким образом зон достигает десятков метров, длина — до 400 м. Распределение в этих зонах участков с промышленным содержанием серы, где минерализованные породы обычно имеют желтовато-серую окраску, очень неравномерно. Участки с промышленными рудами — от десятков сантиметров до 20 м в поперечнике.

При наличии горизонта с благоприятным для замещения серой составом (туфобрекчии, туфоагломераты) он подвергается избирательному осернению. В итоге получается залежь пластообразной формы, прослеживающаяся иногда по падению и простираию на многие десятки метров.

Серные руды обычно имеют линейно или концентрически-полосчатую текстуру благодаря чередованию серных и сульфидных прослоев.

На руднике Акакура (Акакура) Т. Като выделил пять типов руд, а именно:

1) брекчиевидную руду, образовавшуюся замещением андезитов и их туфов и имеющую брекчиевидную структуру;

2) порфировую руду, получившуюся замещением андезитов, в первую очередь — их порфиroidных выделений, и сохранившую структуру замещенной породы;

3) полосчатую руду, образовавшуюся в результате замещения серой андезитов и туфов; для этой руды характерна концентрическая полосчатость с чередованием белых, сернисто-кремнеземистых, и черных, серно-сульфидных, прослоев;

4) железный колчедан, обычно черный, но иногда содержащий включения желтого пирита; он наблюдается в прожилках и жилах, пересекающих серные руды и достигающих местами мощности в 1—2 м;

5) чистую серную руду, распространенную в жилах и прожилках, секущих серные руды других типов; местами жилы раздуваются в крупные почковидные массы; для большинства разрабатываемых месторождений этого типа устанавливается некоторое опережение во времени процессов опализации, по сравнению с осернением и алунитизацией, и образование основной массы черного железного колчедана в последнюю стадию минерализации.

Химия отмеченных процессов объясняется авторами следующим образом.

H_2SO_4 и HCl , содержащиеся в сернистых горячих источниках, разлагали андезиты и их туфы, переводя большинство оснований силикатных минералов в сульфаты и хлориды, уносившиеся растворами. Кремнезем при этом оставался как гель или мигрировал в виде коллоидального раствора и выполнял трещины или замещал разложенные породы. Алюминий разложенных пород соединялся с серной кислотой и отлагался, выполнением трещин или замещением, в виде алунита.

Отложение серы было обусловлено окислением H_2S и реакцией между H_2S и SO_2 , содержащихся в горячих источниках, в то время как черные железистые сульфиды образовывались при воздействии H_2S на SO_4 в растворе.

Из сопутствующих серным рудам минералов на руднике Сикабе (Sikabe) встречены барит и тридимит.

Месторождения вкрапленных и массивных руд замещения, повидимому, широко распространены на Курильских островах, в частности — на острове Итуруп. Примерами их могут являться месторождения вулканических конусов Тебенькова и Баранского. Серные руды из некоторых участков этих месторождений представляют, по существу, разложенные у каналов фумарол боковые породы, обильно импрегнированные серой. Сложение указанных вулканов исключительно андезито-базальтовыми и андезитовыми лавами не способствовало развитию избирательного осернения отдельных вулканогенных горизонтов. Благоприятным для осернения материалом там явился делювий, минерализация которого происходила последовательно по мере его накопления в отрицательных формах рельефа вулканических конусов (например, барранкосах, ложбинах и др.). При этом происходила цементация обломков делювия серой, сами же обломки замещались серой неполностью, что обусловило «агломератовидный» характер руд, содержащих в серном «цементе» включения неразложенных обломков андезито-базальта.

Оригинальной особенностью итурупских серных месторождений, отличающей их от описанных японских, является резкое зональное распределение в серных залежах серных руд и сульфидных. Первые образовались на месторождениях Тебенькова и Баранского лишь в поверхностной зоне и слагают своеобразную «серную шляпу» месторождений, лежащую на черных железистых сульфидах. В очень небольшой степени также проявились на итурупских месторождениях, в противоположность японским, процессы опализации.

Следует думать, что изучением других курильских вулканов, в сложении которых принимают значительное участие и рыхлые вулканические продукты, будут выявлены серные месторождения с избирательным осернением тех или иных горизонтов вулканических образований.

3. СЕРНЫЕ ПОТОКИ

Классическим месторождением подобного типа является вулкан Сиретоко-Ёсан (Siretoko-Yosan), расположенный на северной оконечности острова Хоккайдо, в пределах Курильской вулканической зоны. Этот вулкан, сложенный двупироксеновыми андезитами и их туфами, в период времени с начала XIX столетия до 1936 г. трижды излил крупные количества расплавленной серы, которые эксплуатировались в течение десятилетий.

При последнем излиянии серных потоков, в 1936 г., продолжавшемся более 8 месяцев, механизм излияния был детально изучен на месте Т. Ватанабе, установившим периодический характер извержений серы, воды и паров с газами из небольшой полости на западном склоне вулкана, вблизи его вершины. Обработка данных, полученных в результате многомесячных наблюдений у места извержения, позволила Т. Ватанабе выделить следующие четыре стадии периодических извержений различной продолжительности, от 30 мин. до одних суток:

1) с е р н а я с т а д и я, проявляющаяся излияниями чистой расплавленной серы, потоки которой выполняли ближайшие небольшие долины; поверхность застывавших серных потоков напоминала волнистую поверхность лавовых потоков;

2) с т а д и я и з в е р ж е н и й г о р я ч е й к и с л о й в о д ы и п а р о в, резко сменявшая серную; она начиналась эксплозивными выделениями больших масс паров и заканчивалась несколько более чем через 30 мин.;

3) с т а д и я г е й з е р а, проявляющаяся периодическими, сменяющимися друг друга через 2—3 часа, извержениями пара и излияниями горячей воды; продолжительность этой стадии составляла в общей сложности несколько дней;

4) с т а д и я п о к о я продолжительностью от 12 час. до суток.

В итоге более чем 40 излияниями серных потоков из полости у вершины вулкана было выброшено в 1936 г. несколько сотен тысяч тонн серы, добытой японцами в последующие годы.

По предположению Т. Уватако, обоснованному им математическими вычислениями, это оригинальное явление было обусловлено переплавлением сер из серных руд, образовавшихся в верхней части вулканического конуса до начала его активизации. В итоге получилась большая подземная камера, заполненная расплавленной серой, водой, паром и газами, периодические извержения из которых происходили по принципу гейзера.

Описанное Т. Уватако излияние расплавленной серы является, хотя и исключительным по масштабу, но не единственным в Тихоокеанском районе. Так например, излияние значительного количества расплавленной

серы произошло в 1936 г. на полуострове Немуро (Хоккайдо), где ранее излившийся поток серы был выработан много лет назад перед этим извержением. Аналогичные явления наблюдались в Турнгисане (Turngisan) и Ивате (Iwate), а также в районе Горби (Gorbee) (Чили). Значительные количества серы, образовавшиеся в результате подводного извержения, были обнаружены, в свое время, в заливе Пленти (Plenti) в Новой Зеландии.

Рядом особенностей от описанного отличается эксплозивное извержение вулкана Токати-Даке (Tokati-Dake) на острове Хоккайдо в 1926 г., при котором со склонов вулкана с грязевыми потоками низвергалось, при катастрофическом обвале во время извержения вулкана, большое количество серы. Содержание ее в обломочном материале потоков доходило до 8%. Если учесть, что масса горных пород, скатившаяся при этом обвале к подножью вулкана, составляла более 6 млн. м³, то станет понятно, какое громадное количество серы выделилось при этом из вулканического конуса. По объяснению Х. Танакадате, причиной обрушения части вулканического конуса Токати-даке и образования жидких грязевых потоков, распространившихся на площади около 25 км², было быстрое таяние в начале извержения вулкана больших масс снега, скопившихся у его вершины, и последующее парообразование, обусловившее эксплозию.

В пределах советского Дальнего Востока месторождения типа серных потоков пока неизвестны, но наличие их вполне возможно. В частности, имеются непроверенные еще указания о серных потоках на острове Тиринкотан (Курильские острова).

Из рассмотрения материалов по вулканическим серным месторождениям Японии ясно их серьезное экономическое значение. Можно предполагать, что и на нашей Тихоокеанской территории, в частности на Камчатско-Курильской вулканической дуге, имеются значительные ресурсы серы.
