

Г. И. ВОЙТОВ, И. Я. ШИРОКОВА, Б. П. ЗОЛОТАРЕВ

**О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ГАЗОВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ
В ПОРОДАХ ТОЛЕИТ-БАЗАЛЬТОВОЙ ФОРМАЦИИ**

(Представлено академиком В. С. Соболевым 5 VIII 1970)

Интрузивные траппы Сибирской платформы являются классическим типом пород толеит-базальтовой формации (^{1, 2}). Преобладающей формой проявления траппового магматизма считаются горизонтально залегающие и полого наклоненные пластовые интрузии и дайки различной мощности и протяженности. По петрохимическим особенностям магма, давшая начало верхнепалеозойским — нижнемезозойским трапповым интрузиям Сибирской платформы, по сравнению с траппами других провинций мира характеризуется пониженной кремнекислотностью, относительно низким содержанием щелочей и высоким отношением закиси железа к магнезию (^{3, 3}).

В работе рассматриваются траппы тычанского, кузьмовского, норильского, курейского, амовского, ногинского, катангского, тымерского, летинского и чалбышевского комплексов, распространённые преимущественно в Тунгусской и Путоранской трапповых субпровинциях (^{4, 5}). К наиболее распространенным петрографическим типам пород, слагающим названные трапповые комплексы, относятся габбро-долериты, оливиновые, троктолитовые и пикритовые долериты. Последние развиты, как правило, в дифференцированных силлах. Внутренняя структура и состав пород часто изменены поздней и постмагматическими процессами различных температурных стадий, главнейшими из которых являются амфиболитизация, ослюднение, хлоритизация и цеолитизация.

Обычно при петрохимических и геохимических исследованиях внимание обращается на наиболее распространенные летучие компоненты: H₂O, CO₂, Cl, F и др. В последние годы отмечены попытки использовать при анализе условий образования различных петрохимических серий такие широко представленные, но находящиеся, как правило, в исключительном рассеянии компоненты летучих, как многочисленные углеводородные соединения, N₂, Ar, He и др. Роль углеродистых соединений (углеводородов) и водорода в образовании, например, сульфидной минерализации, по-видимому существенна, хотя сам механизм их влияния на осаждение рудных элементов пока не ясен. Поэтому представляет определенный индекс рассмотреть химический состав газов и газонасыщенность траппов Сибири.

Нами изучались вытяжки газов из наиболее распространенных пород толеит-базальтовой формации Путоранской и Тунгусской трапповых субпровинций. Всего было исследовано 44 вытяжки газа. Путоранская субпровинция охарактеризована 18 пробами, Тунгусская 26. Пробы дробились в стальных, предварительно откакумированных камерах. Время дробления 10—12 мин. Температура камер к концу измельчения пробы не превышала 50°. Состав газа и содержание отдельных компонентов определялись хроматографически. Низкокипящие газы (He, H₂, N₂, O₂ и CO₂) анализировались на хроматографе УХ-1 (детектор — катарометр), углеводороды на хроматографе «Геохимик» (детектор ионизационно-пла-

менный). Воспроизводимость определений $\pm 5\%$ от измеренной величины.

Если не рассматривать в качестве одной из частей ассоциаций азот, то газы по химическому составу являются водородно-углекислыми. Отдельные пробы характеризуются водородно-углеводородно-углекислым составом газа. Углеводороды чаще всего представлены метаном и этаном, однако некоторые пробы характеризуются более широким их спектром (до C_5 включительно). Из рассмотрения табл. 1 в целом можно конста-

Таблица 1

Средний химический состав газов (об. %, над чертой)* и средняя газонасыщенность ($см^3/кг$, под чертой) траппов Сибирской платформы

| Комплекс | Число образцов | H_2 | CO_2 | CH_4 | C_2H_6 | C_3H_8 | C_4H_{10} |
|--------------------------|----------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Путоранская субпровинция | | | | | | | |
| Курейский | 18 | $\frac{14,225}{0,142}$ | $\frac{80,51}{0,66}$ | $\frac{4,012}{0,037}$ | $\frac{0,853}{0,0104}$ | $\frac{0,0043}{0,00004}$ | $\frac{0,392}{0,0051}$ |
| Тунгусская субпровинция | | | | | | | |
| Тычанский | 1 | $\frac{47,152}{0,784}$ | $\frac{49,60}{0,83}$ | $\frac{3,229}{0,054}$ | $\frac{0,019}{0,00019}$ | Не обнаружено | Не обнаружено |
| Кузьмовский | 2 | $\frac{19,664}{0,454}$ | $\frac{79,51}{0,94}$ | $\frac{0,4195}{0,0078}$ | $\frac{0,0035}{0,000078}$ | $\frac{0,00135}{0,000006}$ | То же |
| Норильский | 3 | $\frac{4,350}{0,0073}$ | $\frac{94,95}{0,41}$ | $\frac{0,6311}{0,0013}$ | $\frac{0,0848}{0,00017}$ | $\frac{0,0018}{0,00003}$ | $\frac{0,0056}{0,000009}$ |
| Амовский | 1 | $\frac{44,43}{0,162}$ | $\frac{55,11}{0,21}$ | $\frac{0,433}{0,0016}$ | $\frac{0,0143}{0,00051}$ | $\frac{0,005}{0,00018}$ | Не обнаружено |
| Ногинский | 2 | $\frac{5,850}{0,031}$ | $\frac{85,55}{0,62}$ | $\frac{8,5975}{0,1003}$ | $\frac{0,0121}{0,00012}$ | Не обнаружено | То же |
| Катаганский | 3 | $\frac{2,726}{0,036}$ | $\frac{63,00}{0,50}$ | $\frac{12,2276}{0,0136}$ | $\frac{18,240}{0,00032}$ | $\frac{1,969}{0,000036}$ | $\frac{1,966}{0,000028}$ |
| Тымерский | 2 | $\frac{3,912}{0,0143}$ | $\frac{95,99}{0,94}$ | $\frac{0,1504}{0,0012}$ | $\frac{0,019}{0,000034}$ | $\frac{0,0039}{0,0000068}$ | Не обнаружено |
| Летнинский | 5 | $\frac{20,475}{0,0122}$ | $\frac{57,17}{0,20}$ | $\frac{1,667}{0,0018}$ | $\frac{19,364}{0,00033}$ | $\frac{0,817}{0,000038}$ | То же |
| Чалбышевский | 5 | $\frac{37,747}{0,303}$ | $\frac{61,90}{0,54}$ | $\frac{0,33}{0,0016}$ | $\frac{0,0024}{0,000026}$ | $\frac{0,00566}{0,000008}$ | » » |
| Нерасчленный | 2 | $\frac{22,23}{0,353}$ | $\frac{77,18}{0,98}$ | $\frac{0,536}{0,0086}$ | $\frac{0,0218}{0,00035}$ | Не обнаружено | » » |

Примечание. Аналитики Р. Г. Кравченко, Л. Ф. Веред, Г. С. Лебедев.

тировать более высокую насыщенность траппов индивидуальными газами по сравнению с насыщенностью четвертичных базальтоидов о-вов Кунашир и Парамушир (6). По-видимому, формирование траппов в условиях закрытых камер существенно сказывается на содержании летучих, особенно двуокиси углерода и углеводородов. Количество последних ($см^3/кг$) в 1,5—2,0 раза выше в траппах по сравнению с их содержанием в базальтоидах Курильских островов. При этом не учитывается поправка на время, в течение которого происходили процессы обмена между включенными в породы газами, вмещающей средой и атмосферой. Гистограммы рядов распределения компонентов газов в породах обеих субпровинций существенно дифференцированы (рис. 1). Особенно неравномерно распределение водорода в породах Тунгусской субпровинции (интервал вариаций два порядка). Иногда выявляется прямая зависимость повышенного содержания водорода от количества в породе оливина, намеченная А. А. Кузнецовым (7). Однако в тех случаях, когда порода подвергалась более поздним изменениям, такая зависимость исчезает.

Петрографические наблюдения позволяют считать, что существенные колебания в содержании других компонентов газов в долеритах зависят главным образом от поздних и постмагматических изменений пород. Среди

них нами выделяются две группы. Одни из них относительно высокотемпературные — связанные либо с позднемагматическими процессами, либо с контактовым воздействием на долериты более поздних интрузий. Эти изменения проявились в развитии таких минералов, как роговая обманка и биотит, которые составляют от 2 до 20% породы. В тех случаях, когда широко развита роговая обманка (пр. №№ 9; 124; 190 и др.), возрастает относительное содержание углеводородов (содержание в составе газа CH_4 изменяется от 1,26 до 36,78%; C_2H_6 от 0,02 до 14,21%), а их спектр становится существенно богаче. Содержание водорода при этом значительно снижается. Концентрация окиси углерода в этих пробах широко варьиру-

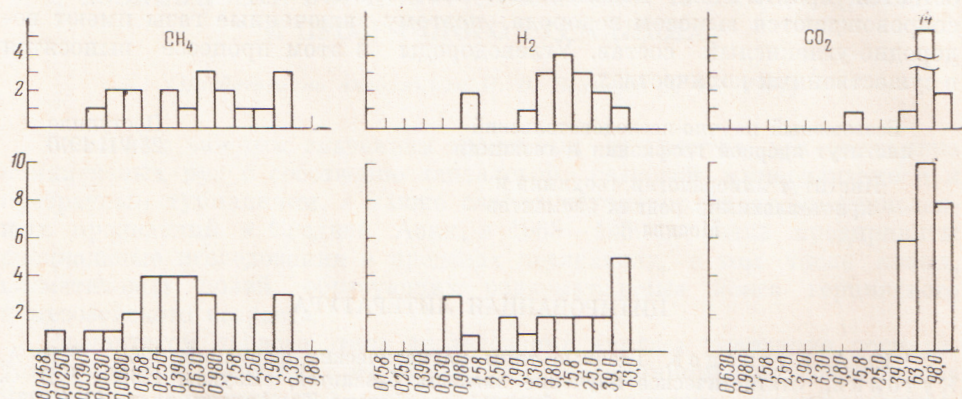


Рис. 1. Гистограммы распределения содержаний метана, водорода и двуокиси углерода (об.%) в трапах Путоранской (вверху) и Тунгусской (внизу) субпровинций

ет (от 13,0 до 85,4%). В отдельных пробах (пр. № 9), характеризующихся наибольшим количеством роговой обманки (до 20% породы), свыше половины газа представлено углеводородами. Развитие биотита в долеритах не оказывает заметного влияния на повышение содержания углеводородов, в то время как концентрация водорода в составе газов существенно снижается (до 0,7—1,0%) при общем увеличении в составе газов двуокиси углерода (до 92,8—99,1%).

К другой группе изменений относятся низкотемпературные, связанные с постмагматическими процессами. При этом по оливину, пироксенам и стекловатой массе образуются такие минералы, как хлорит, хлорофенит, цеолиты и т. д. В долеритах, содержащих эти минералы в количестве от 3 до 20, иногда 40% (пр. №№ 15; 44; 57; 102; 205 и др.), газы характеризуются водородно-углекислым составом. Относительные содержания водорода в составе газов варьируют в пределах 14,3—44,4%, двуокиси углерода 55,1—85,6%. В составе углеводородов отмечается только CH_4 (менее 1,0%) и C_2H_6 (от $15 \cdot 10^{-5}$ до $14 \cdot 10^{-3}\%$). Как и в базальтоидах Курильской островной дуги (6), бедный спектр и низкие содержания углеводородов могут быть объяснены их выносом в процессе переработки пород низкотемпературными постмагматическими растворами.

Таким образом, существенное влияние на содержание газов, включенных в магматические породы, в первую очередь оказывает форма проявления вулканизма. Излияние основной лавы на земную поверхность, сопровождающееся интенсивной дегазацией, приводит к образованию пород с относительно низким содержанием газов (четвертичные базальтоиды Курильской островной дуги). Внедрение основной магмы в виде пластовых интрузий, с образованием зон закалки и экранирующим воздействием вмещающих пород, способствует сохранению в породах в виде газовых и газожидких включений большого количества газов (трапшвые интрузии Сибирской платформы). Намечаются элементы корреляции между

содержанием в составе газов водорода и количеством оливина, содержащимся в породе. По всей вероятности, на ранних стадиях кристаллизации породы, в момент образования оливина, газовая фаза магмы относительно обогащена водородом. В ряде дифференцированных силлов нижние горизонты, обогащенные оливином и отвечающие ранним стадиям кристаллизации, как правило, характеризуются сульфидным оруденением. Это обстоятельство, по-видимому, свидетельствует о наличии генетической связи между концентрацией водорода и интенсивностью процессов сульфидного рудообразования. Высокотемпературные изменения траппов приводят к существенному выносу водорода, в то время как состав углеводородов остается практически неизменным. Низкотемпературные процессы не сопровождаются выносом водорода, поэтому включенные газы имеют водородно-углекислый состав. Углеводороды в этом процессе выносятся в существенных количествах.

Всесоюзный научно-исследовательский
институт ядерной геофизики и геохимии

Поступило
28 VII 1970

Институт минералогии, геохимии и
кристаллохимии редких элементов
Москва

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Ю. А. Кузнецов, Главные типы магматических формаций, 1964. ² В. А. Кутюлин, Статистическое изучение химизма базальтов, «Наука», 1969. ³ В. С. Соболев, Петрология траппов Сибирской платформы, Тр. Арктич. инст., 43 (1936). ⁴ М. Л. Лурье, В. Л. Масайтис, Л. А. Полунина, В кн.: Петрография Восточной Сибири, 1, Изд. АН СССР, 1962. ⁵ А. М. Виленский, Петрология интрузивных траппов севера Сибирской платформы, «Наука», 1967. ⁶ Г. И. Войтов, И. Я. Широкова и др., ДАН, 190, № 2 (1970). ⁷ А. А. Кузнецов, ДАН, 158, № 1 (1964).