

А. Г. ЕФРЕМОВА, Б. П. ЖИЖЧЕНКО

**ОБНАРУЖЕНИЕ КРИСТАЛЛ-ГИДРАТОВ ГАЗОВ
В ОСАДКАХ СОВРЕМЕННЫХ АКВАТОРИЙ**

(Представлено академиком А. А. Трофимуком 28 VII 1972)

При изучении современных осадков Черного и Каспийского морей участниками «Комиссии по изучению преобразования органического вещества в современных и ископаемых осадках» было отмечено, что некоторые колонки, поднятые грунтовыми трубками, содержали большое количество метана и углекислого газа. Некоторые колонки даже пузырились с поверхности, а иногда внутри них наблюдались многочисленные пустоты, образовавшиеся в результате расширения газа. При этом интересно отметить, что газированность осадка была наибольшей не в верхней части колонки, т. е. не у поверхности морского дна, а на глубине 2–3 м от него.

В одной из колонок, поднятой в Черном море с глубины порядка 2000 м, по наблюдениям одного из авторов статьи – А. Г. Ефремовой, в 6,5 м от поверхности дна были обнаружены кристалл-гидраты газа. Они образовали внутри крупных пустот микрокристаллические наростания, похожие на изморозь и исчезавшие на глазах. Быстрое это исчезновение объясняется тем, что метан и другие газы находятся в кристаллическом (гидратном) состоянии только при больших давлениях и низких температурах. Когда же давление резко уменьшается, а температура повышается, кристалл-гидраты снова обращаются в газ, причем объем, например, гидратов метана при переходе в газ увеличивается в 180 раз.

Приведенные факты позволяют сделать следующие выводы.

1. Газы, в том числе и углеводородные, образуются не только в поверхностном слое, но и на некоторой глубине от поверхности морского дна.

2. Газы, образующиеся в поверхностном слое, по-видимому, только частично диффундируют из осадка в придонную воду, а газ, образовавшийся на глубине порядка 2–3 м от дна, по-видимому, полностью захороняется в осадке.

3. Если осадок формировался на глубинах порядка 500 м при температуре до $+5^{\circ}$, то даже в том случае, если в осадке образовывался только метан, он захоронялся в твердой фазе в виде кристалл-гидратов. Если же в осадке образовывался и сероводород, и тяжелые углеводородные газы, например этан, бутан, пропан, то в этом случае кристалл-гидраты метана могли образовываться при меньших глубинах или же при более высокой температуре, чем указано выше.

Основываясь на сделанных выводах, следует принять вероятность обнаружения кристалл-гидратов на огромных площадях современных акваторий, расположенных, в зависимости от придонных температур, на глубинах, измеряемых первыми сотнями метров.

Наличие гидратов в современных осадках океанов можно предполагать исходя из следующих фактов. При подъеме грунтовых трубок с осадками в Тихом океане с судов Института океанологии АН СССР иногда наблюдался самопроизвольный выход части осадка, который обычно выдавливают из трубок гидравлическими давлением в 200 атм.

Следовательно, для самопроизвольного выхода части осадка нужно, чтобы внутри грунтовых трубок при подъеме их на борт исследовательского судна возникало давление не менее нескольких десятков атмосфер, что возможно лишь при переходе кристалл-гидратов в газообразное состояние, вероятно главным образом в результате повышения температуры.

Следует при этом отметить, что кристалл-гидраты переходят в газообразное состояние при снятии давления не мгновенно, а на протяжении некоторого достаточно большого промежутка времени. Об этом свидетельствуют следующие факты. Керны, поднятые во время буровых работ в океане на судне «Гломар Челенджер», разрушались в результате бурного выделения газа уже на борту судна ⁽¹⁾. Об этом же свидетельствуют и «взрывы» керна после его герметической упаковки, что отмечалось на судне «Гломар Челенджер», с которого производилось бурение в Тихом океане (устное сообщение А. П. Лисицына).

Установление факта захоронения углеводородных газов в раннюю стадию формирования пород, вероятно в основном в виде кристалл-гидратов, исключительно интересно потому, что позволяет сделать предположение о возможности формирования газовых месторождений за счет газов, образовавшихся в указанную стадию. В самом деле, в случае, если газы захоронялись в виде кристалл-гидратов, то впоследствии, при погребении осадков на сравнительно небольшой глубине (под толщиной 300–500 м), когда температура повысится на несколько десятков градусов за счет температурного градиента Земли, кристалл-гидраты снова перейдут в газообразное состояние и при нарушении горизонтального положения пород и повышении давления начнут мигрировать вверх по восстанию пород или по трещинам из области высоких давлений в область меньших, где они, скапливаясь в пористых породах, могут образовывать газовые месторождения. Интересен также и газ, который образуется в верхнем слое осадка и частично диффундирует в придонную воду. В случае, если придонные воды в какой-либо акватории, например в Черном, Балтийском, Аральском морях и ряде иных, в том числе и в искусственных морях типа Рыбинского, Каховского, Цимлянского, имеют застойный режим, то газ будет растворяться в придонных водах в больших количествах и даже перенасыщать их. В случае большой мощности застойной зоны в таких акваториях могут формироваться крупные месторождения растворенного газа, как, например, в оз. Киву (Танганьика, Восточная Африка), в котором в слое застойных придонных вод толщиной 200 м растворено до 50 млрд м³ метана и углекислого газа. Метан из этой залежи эксплуатируется.

В процессе исследований современных отложений было отмечено, что не все колонки одинаково газонасыщены. Однако материал настолько невелик, что еще нельзя даже наметить причины, влияющие на газонасыщенность. Нельзя поэтому указать и характерные особенности осадков, в которых происходит особо интенсивное газообразование. Не ясны и факторы, влияющие на количество примесей тяжелых углеводородных газов и их набор. Интересно также отметить, что далеко не из всех грунтовых колонок, поднятых в Тихом океане, происходил самопроизвольный выход осадков при подъеме колонок на борт судна. Это свидетельствует о том, что газонасыщенность глубоководных осадков Тихого океана, хотя бы в отношении содержания в них кристалл-гидратов, весьма различна. Нужно провести большой объем исследований по изучению газонасыщенности современных отложений, формирующихся в разных условиях в акваториях различного типа, начиная с пресноводных и солоноватоводных и кончая осадками Мирового океана. Конечно, такие исследования следует ставить располагая судами, оснащенными соответствующей аппаратурой: грунтовыми трубками, которые позволяют поднимать герметизированные осадки, приемниками для осадков, в которых можно поддерживать давление и температуру, характерную для донных условий, герметизирован-

ными батометрами и пробоводоотборниками для придонных вод и верхнего слоя ила и т. д.

Выявление же условий формирования осадков, в которых интенсивно происходит генерация углеводородных газов и гидратообразование, очень важно. Без этих данных нельзя переходить к определению признаков газопроизводящих свит, формировавшихся в прежние геологические эпохи, а соответственно — к их выявлению, что так важно для оценки перспектив газоносности и поисков газовых месторождений.

Всесоюзный научно-исследовательский институт
природных газов
Москва

Поступило
17 VII 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ D. Stoll, J. Ewing, J. Bryan, J. Geophys. Res., 76, № 8, 10 (1971).