



СВЯЗЬ ФОРМИРОВАНИЯ ВОРОНОК ГАЗОВОГО ВЫБРОСА С ЭМИССИЕЙ МЕТАНА НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

М.О.Лейбман^{1,2)}, Ю.А.Дворников¹⁾, И.Д.Стрелецкая³⁾, А.В.Хомутов^{1,2,4)},
А.И.Кизяков³⁾, Б.Г.Ванштейн⁵⁾, П.Б.Семенов⁵⁾

1) ИКЗ ТюмНЦ СО РАН; 2) ТюмГУ; 3) МГУ им. М.В. Ломоносова;
4) ТИУ; 5) ФГБУ ВНИИОкеангеология им. академика И.С. Грамберга

Аннотация. В статье рассмотрены результаты исследования газопроявлений в озерах и воронках газового выброса севера Западной Сибири. Полевое опробование и лабораторные анализы показали существенное превышение содержания растворенного метана в озерах, образованных на месте воронок по сравнению с обычными тундровыми озерами, которые в свою очередь характеризуются значительной дифференциацией по этому показателю. Изотопными анализами установлено бактериальное происхождение метана, образовавшего воронки.

Ключевые слова: воронки газового выброса, озера, многолетнемерзлые породы.

Воронки газового выброса появились на севере Западной Сибири в 2012-2013 годах. Последняя воронка появилась в 2017 г. С момента обнаружения воронок ведется мониторинг их изменения по различным параметрам: по площади, глубине, химическому и изотопному составу вмещающих пород и воды, заполнившей воронку, и окрестных озер.

Все исследователи отмечают, что воронкам предшествовал бугор. Однако, происхождение бугров трактуется по-разному. С нашей точки зрения бугор имеет газовое происхождение, не имеет отношения к булгунням, которые образуются вследствие промерзания подозерных таликов и взрываются при понижении температуры пород. Образование же ВГВ как следствие пневматического удара, который никем не оспаривается, явно связано с повышением температуры мерзлых пород, высвобождением газов, включенных в мерзлые породы и подземный лед, вероятно, в форме клатратов, с давлением расширившихся газов на пластический горизонт пластового льда с образованием бугра. Время образования такого бугра по нашим данным составляет несколько десятков лет и его вскрытие связано, видимо, с превышением предела прочности перекрывающих «газовый пузырь» пород.

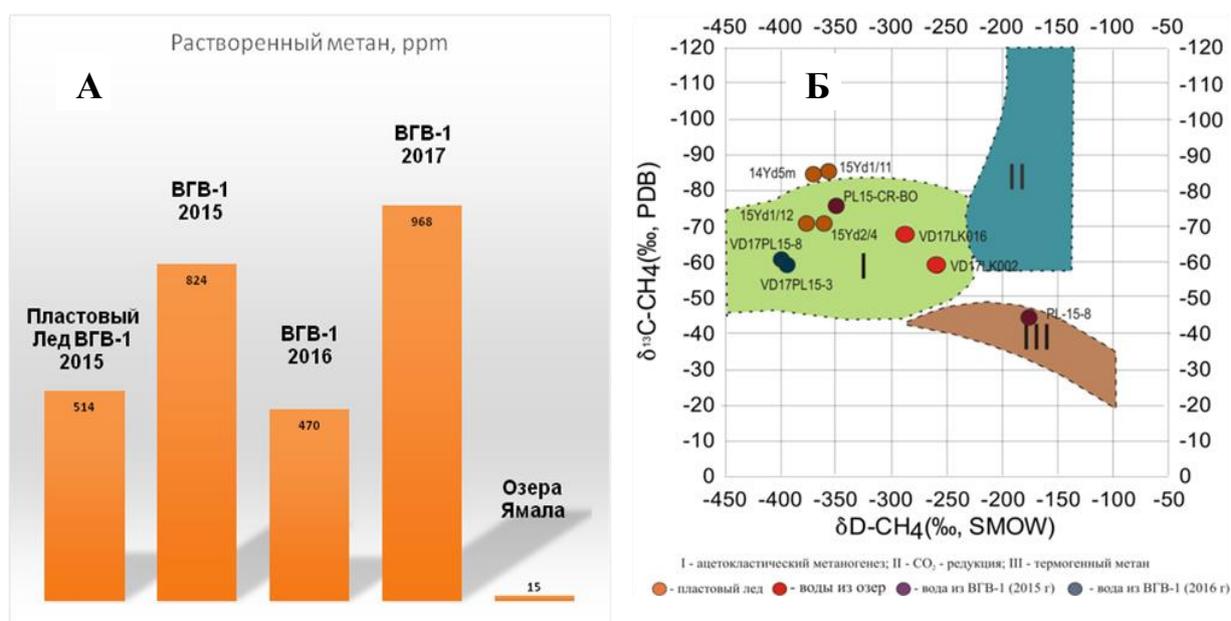
С самого первого визита на воронку центрального Ямала 16 июля 2014 г. было установлено повышенное содержание метана (до 9,8% вблизи дна воронки, [1]). Несмотря на то, что последующие наблюдения 25 августа 2014 г. показали фоновые значения метана в жерле воронки [2], изменение этого показателя во времени представляется важным для понимания механизма формирования этого объекта.

Воронки заполняются водой и породой, которые неизбежно промерзают за счет бокового и донного охлаждения. В связи с этим, измерение газового состава воздуха внутри воронки в последующие годы не проводилось, но отбиралась вода из внутреннего озера воронки, из которой выделялся метан. Измерялось его количество и изотопный состав углерода, а в отдельных образцах и изотопный состав водорода.

Измерение содержания растворенного метана проведено в трех воронках – ВГВ-1 и ВГВ-2 на центральном Ямале южнее Бованенковского месторождения и АнтВГВ на

Гыдане в 106 км от поселка Антипаюта. Для сравнения измерялась концентрация метана в пластовом подземном льду, составляющем значительную часть разреза всех известных воронок и в окрестных озерах разного происхождения. Пластовый лед стенок ВГВ-1 в контурах исходного бугра имел вертикальную облекающую жерло воронки слоистость, что свидетельствует о пластических изменениях льда под действием давления газа, при этом нижние горизонты залежи находились выше их нормального залегания. Из озера воронок и окрестных озер отбирались пробы воды с поверхности и максимально доступной глубины или только с поверхности, если не было возможности взять пробы с глубины. Пластовый лед отбирался из стенок воронки в верхней части (к моменту опробования она частично заполнилась) и из береговых обнажений озер вблизи ВГВ-1. Кроме того, привлекались данные по пластовому льду и другим видам льда из других обнажений севера Западной Сибири.

Содержание метана в воде внутреннего озера ВГВ, как и предполагалось, исходя из гипотезы образования воронок и исходного содержания метана в воздухе ВГВ-1 до её заполнения водой, значительно превышает значения в озерной воде обычных озер (примерно 500-900 ppm в воде внутреннего озера ВГВ-1 по сравнению с 15 ppm в среднем для прочих озер). Более высокие значения концентрации метана получены весной 2017 г., когда внутреннее озеро ВГВ-1 покрылось льдом, препятствуя эмиссии метана в атмосферу. Содержание метана в воде за первые 3 года наблюдений остается весьма высоким (рис. 1А) и свидетельствует о наличии источника под дном внутреннего озера. Изотопный состав метана из озера ВГВ-1 (рис. 1Б) свидетельствует о бактериальном происхождении. Одна проба, оказавшаяся по изотопному составу (рис. 1Б) в зоне термогенного метана, требует подтверждения дополнительными аналитическими исследованиями, которые в настоящее время проводятся на образцах, отобранных в 2017 г.



На базе диаграммы M.J.Whiticar, 1999

Рис. 1. Содержание (А) и изотопный состав (Б) метана в подземном льду, воде внутреннего озера ВГВ-1 и озерах Ямала.



Некоторые и мелкие, и глубокие озера в районе исследований также характеризуются высоким содержанием метана в воде вблизи дна. Закономерности такого распределения метана в озерной воде пока достоверно не установлены. Сбор данных продолжается. Если мониторинг содержания метана в озерной воде покажет сохранение высокой концентрации во времени, возможно, это можно будет считать признаком происхождения озера заполнением ВГВ, а не в результате термокарста.

Исследование проводится в рамках проектов РФФ 16-17-10203 (исследование разрезов ВГВ), и РФФИ 16-05-00612 (исследование пластовых льдов Ямала) при поддержке Департамента по науке и инновациям Ямало-Ненецкого автономного округа и НП «Российский центр освоения Арктики».

Литература

1. Лейбман М.О., Плеханов А.В. Ямальская воронка газового выброса: результаты предварительного обследования // Холодок, 2014. №2 (12). С. 9-15.
2. Богоявленский В. И. Угроза катастрофических выбросов газа из криолитозоны Арктики. Воронки Ямала и Таймыра. — Ч. 2 // Бурение и нефть. — 2014. — № 10. — С. 4—8.