

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПУЗЫРЬКОВОГО ВЫБРОСА МЕТАНА, СВЯЗАННОГО С ГЛУБОКОВОДНЫМ ГРЯЗЕВЫМ ВУЛКАНОМ «ХААКОН МОСБИ».

С.И.Муякшин¹, Э.Заутер², А.Бетиус^{2,3}, Э.Дамм², М.Клагес²,
М.Шлютер², Ж.П.Фуше⁴, Ж.Л.Шарлу⁴

¹ Нижегородский госуниверситет, Россия, 603950, Нижний Новгород,
пр.Гагарина 23, E-mail: muyakshin@rf.unn.ru, тел.: (831) 2650166; ²

Институт полярных и морских исследований им. А.Вегенера,
Германия; ³ Институт морской биологии Макса Планка, Германия; ⁴
ИФРЕМЕР, Франция

Подводный грязевой вулкан «Хаакон Мосби» (Håkon Mosby Mud Volcano - НММВ) был открыт в 1991 (см. обзор [1] и цитированную в нем литературу). Он расположен на глубине 1250 м на континентальном склоне Норвегии на поверхности гигантского подводного оползня. Несмотря на хорошую изученность этого ПГВ, только в 2002 г. Е.Заутер (E.Sauter) и А.Бётиус (A.Boetius) с помощью 38 кГц эхолота НИС «Polarstern» обнаружили над ним область повышенного рассеяния ультразвука. В 2003 году в экспедиции «Polarstern» ARK XIX/3b с участием французского дистанционно-управляемого подводного аппарата (ПА) "Victor 6000" были проведены систематические исследования этого феномена. Проверялась вполне естественная гипотеза о пузырьковой природе рассеяния. После локализации рассеивающей области с помощью эхолокационной съемки, был выполнен систематический поиск источников пузырьков на дне с помощью ПА. Севернее центра ПГВ на расстояниях 150÷250 м друг от друга были обнаружены несколько трещин и круглых воронок диаметром от 0,2 до 0,6 м, из которых вытекали струи пузырьков или флюид. Компьютерная обработка видеосъемки струи пузырьков позволила определить ряд ее важных характеристик. Отрезок струи диаметром 0,2 м высотой 2 м (от места выхода из дна) содержит 3600 пузырьков со средним диаметром 5,2 мм. Скорость всплытия – 26 см/с. Это дает производительность пузырькового источника 520 моль/час или 73 т/год. Были измерены также скорости истечения флюида из воронок и концентрация в нем метана. Поток метана оказался равным 5 кмоль/год на один источник флюида. Предполагая существование 10÷100 таких структур в центре

вулкана, получим канализированный поток растворенного метана $1 \div 10$ т/год. Это более чем на порядок меньше, чем 73 т метана, выносимых в год только одной из пузырьковых струй. Высокие концентрации растворенного метана в придонном слое над центром вулкана (более 10000 нмоль/л) указывают также на существование диффузионного потока. Авторы обзора [1] оценивают его величиной $1,5 \times 10^5$ м³/год, т.е. порядка 100 т/год. Учитывая, что только один из нескольких обнаруженных источников пузырьков имеет производительность 73 т/год и имеется еще распределенная по дну «пузырьковая активность», можно утверждать, что пузырьки выносят из ПГВ в несколько раз больше метана, чем диффузия. В различное время суток была выполнена подробная эхолокационная съемка поднимающегося со дна облака пузырьков [2]. Сечения рассеивающей области могут выглядеть на эхограммах по разному: при движении судна вдоль среднего течения - как наклонный начинающийся на дне «язык», поперек - как пятна различной формы и интенсивности. Как и следовало ожидать, рассеивающая область вытянута вдоль течения и поворачивается вслед за ним. Тем не менее, основание рассеивающего облака мало подвержено влиянию течения и имеет форму пятна с поперечником 400-500 м. Это свидетельствует о наличии многих локальных и распределенных источников пузырьков. Ни на одной из нескольких десятков эхограмм область рассеяния не поднимается выше глубины 650-700 м. Эта глубина хорошо совпадает с глубиной стабильности газовых гидратов для гидрологических условий в районе ПГВ «Хаакон Мосби». Такую особенность поведения пузырькового облака можно объяснить тем, что в условиях устойчивости газовых гидратов метановые пузырьки в момент образования покрываются оболочкой из газогидрата, которая в несколько раз замедляет их растворение. Этот эффект экспериментально исследовался авторами работы [3]. Поэтому когда пузырьки достигают глубины, где газогидраты теряют устойчивость, они быстро растворяются. Можно предположить, что газ, доставленный таким способом в промежуточные слои жидкости, в условиях глубокого зимнего перемешивания или при сильных штормах может частично попадать в атмосферу.

Представленные результаты могут привести к пересмотру сложившихся представлений о вкладе ПГВ в глобальный бюджет метана. Оценки рассеяния ультразвука на пузырьковом облаке совпадают с результатами измерений. Это создает предпосылки для разработки дистанционного акустического метода измерения потока газа из подводных источников

[1] *Appl. Energy*. 1991. v.40, p.273-313;); [2] Тр. 15-ой сессии РАО 15-18 ноября 2004 г., том. II, Нижний Новгород.-с.165-168; [3] *Geophys. Res. Lett.* 2002. v.29, #15. 10.1029/2001GL013966 (2002).