

ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

УДК 504.4

Волошин В.С.¹, Мнацаканян В.Г.², Рязанцев Г.Б.³, Данилова Т.Г.⁴, Хасков М.А.⁵

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОГАЗОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ДОННОГО ИЛА АЗОВСКОГО МОРЯ

В статье рассмотрены природные предпосылки для образования и выделения биогаза с донного ила Северного Приазовья, проведен спектральный анализ выделяемого газа и химический анализ донного ила, построена карта замеров границы ила Белосарайского залива Азовского моря.

Ключевые слова: биогаз, метан, Азовское море, донный ил, экология, углекислый газ, альтернативная энергия.

Волошин В.С., Мнацаканян В.Г., Рязанцев Г.Б., Данилова Т.Г., Хасков М.А. Дослідження біогазової продуктивності донного мулу Азовського моря. У статті розглянуті природні передумови для утворення і виділення біогазу з донного мулу Північного Приазов'я, проведено спектральний аналіз газу, що виділяється і хімічний аналіз донного мулу, побудована карта вимірів кордону мулу Білосарайської затоки Азовського моря.

Ключові слова: біогаз, метан, Азовське море, донний мул, екологія, вуглекислий газ, альтернативна енергія.

V.S. Voloshyn, V.G. Mnacakanyan, G.B. Ryazantsev, T.G. Danilova, M.A. Haskov. Research biogas productivity of the Azov Sea bottom mud. The article examined prerequisites for formation and discharge of biogas from bottom mud Northern Azov, conducted spectral analysis of gas evolved and the chemical analysis of bottom mud, built map of measurements border of silt Bilosarayskaya bay of the Azov Sea.

Keywords: biogas, methane, Azov Sea, bottom silt, ecology, carbon dioxide gas, alternative energy.

Постановка проблемы. Биогаз — газ, получаемый метановым брожением биомассы. Разложение биомассы происходит под воздействием трёх видов бактерий (царства археевых). Сапропелевые илы Азовского моря представляют собой высокоэффективный источник возобновляемого органического сырья, который может быть успешно использован для производства топлива и энергии методами естественной биопереработки.

Анализ последних исследований и публикаций. Научно-практические аспекты образования и использования биогаза исследованы во многих научных работах известных отечественных и зарубежных ученых. Весомый вклад в развитие этой тематики внесли В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер, П. Виндис, Б. Мюрсек, К. Розман, М. Янзекович, Ф. Кус, М. Персон, Г. Хойг, И. Семенов, Т. Биркмос, О. Йонсон, А. Техм, К. Никел, У. Нейс, Е. Панцхава, Е. Хрусталева, и др [1,2]. На сегодняшний день основными видами органического сырья для производства биогаза считаются:

- 1) отходы животноводческой деятельности - навоз, птичий помёт;
- 2) отходы ликероводочной промышленности - зерновая и меласная послеспиртовая барда;
- 3) отходы пивоваренной промышленности - пивная дробина;

¹ д-р. техн. наук, профессор, ГВУЗ "Приазовский государственный технический университет", г. Мариуполь

² аспирант, ГВУЗ "Приазовский государственный технический университет", г. Мариуполь

³ науч. сотрудник, ГВУЗ "Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова", г. Москва, Россия

⁴ канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ "Приазовский государственный технический университет", г. Мариуполь

⁵ науч. сотрудник, ГВУЗ "Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова", г. Москва, Россия

- 4) отходы сахарного производства - свекольный жом;
- 5) отходы рыбных и забойных цехов – кровь, жир, кишки, каньга;
- 6) пищевые бытовые отходы;
- 7) отходы молочной промышленности – соленая и сладкая молочная сыворотка;
- 8) отходы производства биодизеля – технический глицерин от производства биодизеля из рапса;
- 9) отходы от производства соков — жом фруктовый, ягодный, овощной, виноградная выжимка;
- 10) отходы производства крахмала и патоки — мезга и сироп;
- 11) отходы переработки картофеля при производстве чипсов — очистки, шкурки, гнилые клубни;
- 12) отходы станций очистных сооружений – фекальные осадки и др.

Основные цели производства биогаза – постепенный переход от ископаемых до возобновляемых видов топлива и переработка органических отходов человеческой деятельности.

Цель статьи – обосновать возможность и необходимость добычи биогаза донного ила Азовского моря с дальнейшим его использованием в топливно-энергетическом комплексе Украины как альтернативный источник энергии.

Изложение основного материала. Азовское море является уникальным водоемом и обладает крайне специфической природой. Это обусловлено двумя основными факторами:

1) Азовское море является самым мелководным морем в мире (максимальная глубина 14 м., средняя глубина около 6 м.) [2];

2) Азовское море является самым континентальным морем планеты и обменивается водами только с Черным морем через Керченский пролив, что объясняет низкую соленость воды в среднем около 11,5 ‰ [2].

Такие физико-химические условия вызывают бурное размножение фитопланктона («цветение воды»), которое ежегодно наблюдается на Азовском море и является основным поставщиком органического вещества в донные осадки. В некоторые годы вся вода в мелководных и хорошо прогретых заливах представляет собой сплошную зеленую, киселеобразную массу! На процесс захоронения органического вещества (прежде всего планктогенного) сказывается мелководность, интенсивное перемешивание вод, особый кислородный режим, хорошая «прогретость» вод, большая масса терригенного материала. Все это приводит к быстрому разложению, в первую очередь, планктогенного органического вещества. Поэтому, несмотря на чрезвычайную биопродуктивность (на единицу площади – одна из самых высоких из известных мировых водоемов), лишь небольшая часть органического вещества долговременно захороняется в осадках. Мощность современных илистых отложений в акватории Азовского моря местами превышает 5-6 м., а средние около 4 метров [2]. Следовательно, осадки таких мелководных бассейнов вряд ли могут быть благоприятной средой для накопления органического вещества и преобразования его в нефтяные углеводороды.

С другой стороны, под воздействием анаэробных бактерий (археев) происходит процесс биологического разложения органических илов, что сопровождается, выделением биогаза (Рис.1).

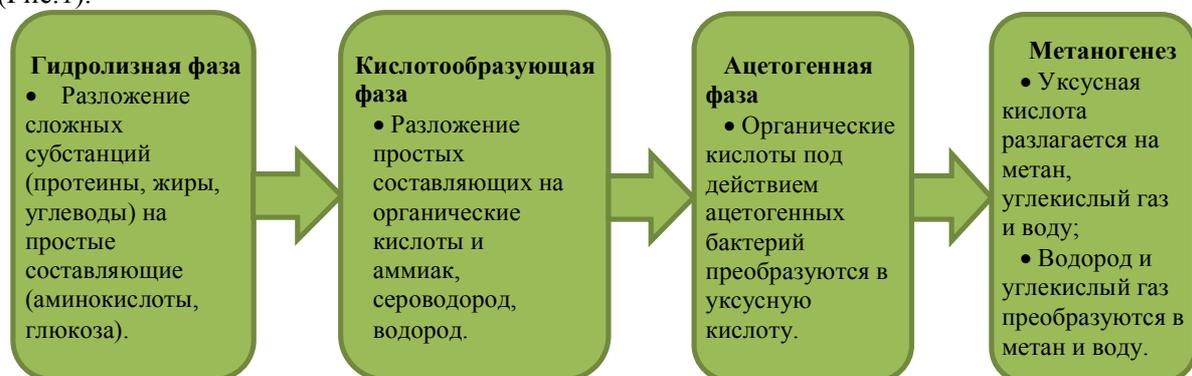


Рис. 1- Принципиальная схема процесса образования биогаза

Химический состав вырабатываемого биогаза, до его подъема на поверхность, представ-

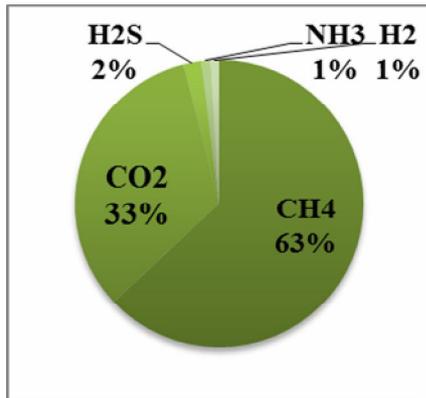


Рис 2. - Состав первичного «донного» биогаза

лен на рис. 2 [2].

Коллективом авторов была выдвинута гипотеза, что после прохождения водных слоев большинство примесей, содержащихся биогазе, растворяются в воде (CO₂, H₂S и др.), на поверхность поступает биогаз с процентным содержанием метана (CH₄) до 90%.

Для подтверждения этой гипотезы в Белосарайском заливе Азовского моря были отобраны пробы выделяемого биогаза с глубины 1м., полученный газ оказался бесцветным, прозрачным, без запаха, хорошо горючим. ИК-Фурье спектроскопия биогаза из донного ила показала отсутствие сероводорода (прибор Bruker Tensor 27, диапазон измерения 4000-650см⁻¹, разрешение 4см⁻¹).

Верхний спектр – чистый метан, второй сверху углекислый газ, третий-сероводород и нижний биогаз (рис. 3).

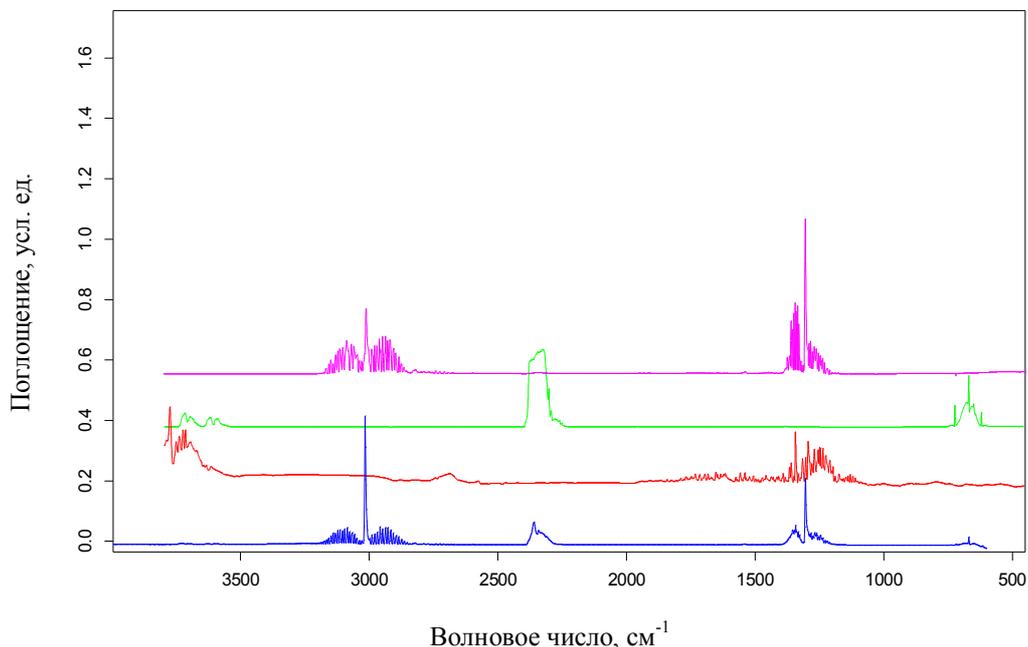


Рис. 3 – Спектральный анализ полученного биогаза

Таким образом, слой морской воды толщиной более одного метра практически полностью очищает биогаз от сероводорода и значительно понижает концентрацию углекислого газа в нем. Для количественного определения содержания метана и углекислого газа в пробе биогаза из Белосарайского залива Азовского моря использовали газовый хроматограф фирмы «Мета-Хром» Кристаллюкс-4000М (газ-носитель- гелий, цеолитовый сорбент, диаметр колонки 0,53, длина 30 м). Хроматографический анализ показал наличие метана в образцах биогаза от 80% до 93%, что значительно выше чем в обычных образцах биогаза из метантенков (60-65%), а содержание углекислого газа около 7%, что указывает на значительное его растворение в морской воде даже небольшой глубины.

Полученные результаты дают возможность сделать вывод о том, что выделяемый в атмосферу биогаз из донных илов Азовского моря, по своему химическому составу идентичен с повсеместно используемым природным газом (содержание метана более 90%). Этот факт позволяет сделать вывод о возможности и целесообразности использования биогаза Азовского моря как частичной альтернативы природному газу.

Интенсивность выделения биогаза и его химический состав, в частности, количество CH₄, напрямую зависит от исходного сырья, т.е. донного ила, а точнее ее органического состава. С целью определения количества органического вещества были взяты 5 проб донного ила по все-

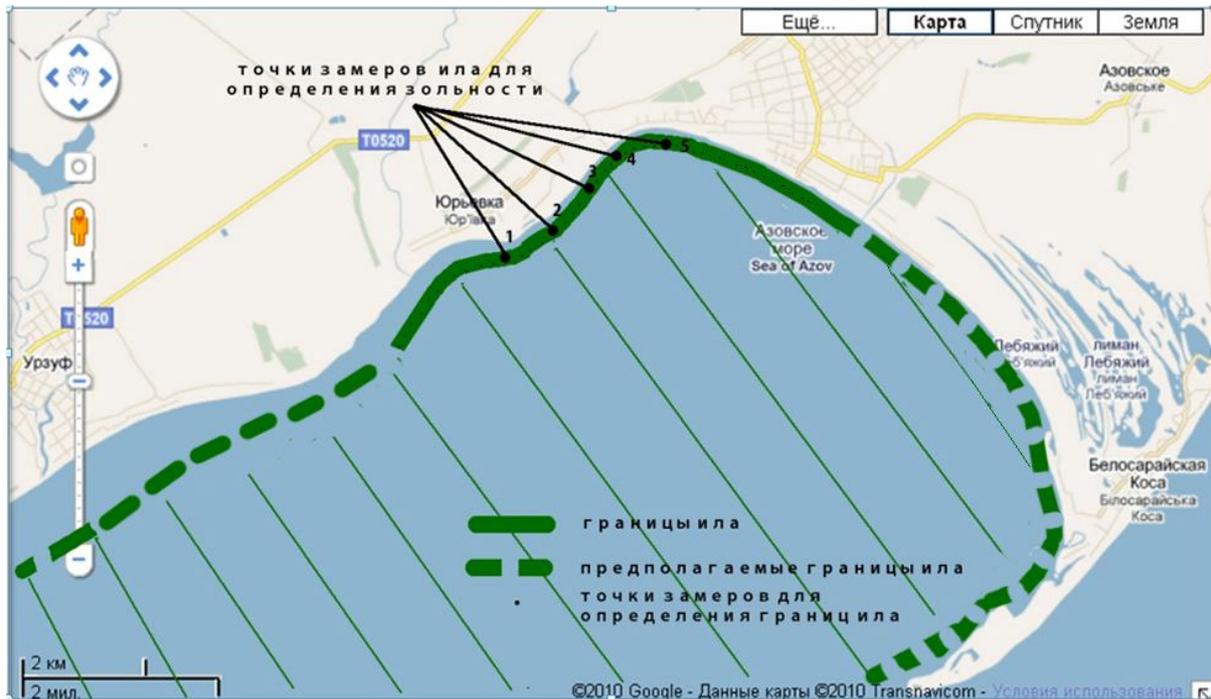


Рис. 4 - Карта замеров расположения границ ила и точки проб, для определения процентного соотношения органического вещества в составе ила

Выводы

1. На основании проведенных исследований и составленной карты можно сделать вывод о том, что Азовское море представляет собой гигантский естественный метановый генератор. По нашим оценкам, вся расчетная акватория Азова, где есть илистые отложения, может выделять свыше 90 миллиардов кубометров метана за год. Это объем, превышающий годовое потребление природного газа в Украине.
2. Спектральный анализ биогаза показал высокое содержание метана (более 90%), низкое углекислого газа (менее 10%), практически полное отсутствие сероводорода.
3. Определены реальные процентные данные содержания органических веществ в донном иле Азовского моря. Можно ожидать образование биогаза на квадратный метр поверхности моря до 30 кубометров за год.

Таким образом, биогаз из илистых отложений Азовского моря может быть включен как альтернативный источник энергии в энергобаланс Украины.

Список использованных источников:

1. Баадер В. Биогаз: теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер. – М.: Колос, 1982.
2. Хрусталеv Ю.П. Позднечетвертичные отложения Азовского моря и условия их накопления / Ю.П. Хрусталеv, Ф.А. Щербаков. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1974.
3. Складорова М. К. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации / М. К. Складорова. – М.: Изд-во Стройиздат, 1977.

Рецензент: В.А. Маслов
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 05.04.2011