

ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

УДК 622.279:620.91(477)

© Волошин В.С.¹, Мнацаканян В.Г.², Рязанцев Г.Б.³

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ДОБЫЧИ ГАЗОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В УКРАИНЕ

В статье рассмотрены вопросы энергетического баланса Украины, разработки потенциальных газовых источников энергии, их экономическую и экологическую эффективность.

Ключевые слова: энергетический баланс, природный газ, сланцевый газ, биогаз, экология, углекислый газ.

Волошин В.С., Мнацаканян В.Г., Рязанцев Г.Б. Аналітичний огляд різних способів видобутку газових джерел енергії в Україні. У статті розглянуті питання енергетичного балансу України, розробки потенційних газові джерела енергії, їх економічну та екологічну ефективність.

Ключові слова: енергетичний баланс, природний газ, сланцевий газ, біогаз, екологія, вуглекислий газ.

V.S. Voloshin, V.G. Mnacakanyan, G.B. Ryazantsev. Analytical review various ways of gas production sources in Ukraine. The paper deals with the energy balance of Ukraine, development of potential gas sources of energy, and their economic and environmental efficiency.

Keywords: energy balance, natural gas, shale gas, biogas, environment, carbon dioxide.

Постановка проблемы. Украина принадлежит к числу государств мира, имеющих запасы всех видов топливно-энергетического сырья (нефть, природный газ, уголь, торф, уран и др.), однако степень обеспеченности запасами и их добыча не создают необходимый уровень энергетической независимости, и создает угрозу для экономической безопасности государства. Природный газ составляет наибольшую долю среди источников первичной энергии в Украине – порядка 40%, однако собственная добыча составляет лишь треть потребления. Недостаточность собственной добычи компенсируется за счет импорта российского природного газа. Стимулирование развития газодобывающей отрасли должно стать одним из приоритетных направлений государственной политики.

Анализ последних исследований и публикаций. Научно-практические аспекты добычи различных источников энергии в Украине исследованы в известных работах отечественных и зарубежных ученых. Определенный вклад в развитие этой тематики внесли Т. Бакер, В. Лир, Д.Б. Баясанов, А.А. Ионин, Г.И. Денисенко, М.Н. Базлов, А.И. Жуков, Т.С. Алексеев, М.Ю. Гаргопа, Г.В. Ковалева, А.С. Локтев, Е.М. Парталы и др. [1].

Цель статьи – анализ существующих методик, перспектив добычи и извлекаемых объемов газовых источников энергии в Украине.

Изложение основного материала. Проект обновленной Энергетической стратегии Украины предусматривает следующие основные мероприятия, которые должны стать залогом энергетической независимости Украины от импорта газа из Российской Федерации:

- увеличение собственной добычи газа и угля;
- импорт сжиженного газа через LNG терминал, который должен быть построен вблизи

Одессы;

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

² аспирант, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» г. Мариуполь

³ научный сотрудник, ГВУЗ «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова» г. Москва

- поставки газа из европейских рынков;
- получение доступа к газу из Каспийского региона;
- уменьшение энергоёмкости ВВП Украины.

По данным Государственной службы геологии и недр Украины, начальные потенциальные ресурсы свободного газа в Украине в пересчете на условное топливо (у.т.) оцениваются в 7 254,3 млн.т (за единицу условного топлива используется 1 кг топлива с удельной теплотой сгорания 7000 ккал/кг). Начальные разведанные запасы свободного газа составляют 39%, а степень выработки начальных потенциальных ресурсов составляет 25,5%. Таким образом 5 404,5 млн. тут начальных потенциальных ресурсов свободного газа остаются еще в недрах, большинство из которых относятся к категории неразведанных. По предварительным оценкам, Украина также богата значительными ресурсами нетрадиционного газа, запасы которого на сегодня мало разведаны [2-4].

Всего в Украине открыто 89 газовых, 111 газоконденсатных и 13 газонефтяных месторождений [3]. Энергетический баланс по импорт-экспорту за 2010 год приведен в табл. 1.

Таблица 1

Объемы производства, импорта и экспорта в энергетике Украины в 2010 году, тыс. тонн нефтяного эквивалента (ТНЭ) [1]

Наименование	Уголь и торф	Нефть	Газ	Атомная энергия	Другие	Все
Производство	31019	3590	15426	23387	2038	75460
Импорт	7615	13844	30040	-	2	51501
Экспорт	4429	4066	5	-	351	8850

Добыча природного газа в Украине началась в 1912 году. В 1975 г. объем добычи достиг исторического максимума и с тех пор постепенно снижался, стабилизировавшись в 1998 г (рис. 1). В последние 15 лет ежегодный объем добычи газа находится в диапазоне от 18 до 21 млрд. м³. Украина занимает пятое место в Европе по объемам добычи газа и имеет значительные перспективы наращивания объемов [1]. Условия добычи природного газа в Украине постоянно усложняются в связи с постепенным истощением запасов наиболее высокого качества и ростом доли запасов более низкого качества с меньшим потенциалом извлечения и большей себестоимостью.



Рис. 1 – Динамика объемов ежегодной добычи газа в Украине, 1940-2010 гг., млрд. м³

На сегодня для добычи газа в Украине характерны следующие признаки:

- высокая степень истощения первоначальных запасов крупных месторождений (60-70% для Шебелинского, Яблунковского, Ефремовского и Западно-Христищенского месторождений);

- низкие темпы разведки новых запасов (коэффициент замещения добытых объемов газа новыми запасами в последние 20 лет ниже 100%);

- низкое качество новых запасов (запасы разрознены между большим количеством небольших месторождений и значительная часть этих запасов относится к категории труднодобываемых);

- повышение глубины бурения как на существующих, так и на новых месторождениях (средняя глубина бурения для добычи газа в Украине составляет около 3500 м, а максимальная уже превышает 6000 м).

При таких условиях можно прогнозировать следующие тенденции развития газодобывающих компаний Украины в ближайшем будущем:

- разработка новых месторождений на суше, в том числе мелких (1-5 млрд.куб.м запасов) и очень мелких (до 1 млрд. м³);

- активное освоение мелководного шельфа (глубина моря до 350 м);
- освоение прибрежной области Черного и Азовского морей и дельт рек;
- внедрение эффективных технологий бурения на глубине 6000-7000 м;
- повышение отдачи пласта на имеющихся скважинах [2].

Согласно проекту энергетической стратегии Украины до 2030 года основными источниками нетрадиционного газа являются:

- Газ глубоководного шельфа;
- Газ плотных пород;
- Сланцевый газ;
- Метан угольных пород;
- Биогаз (как результата разложения органических масс в анаэробных условиях);
- Сероводород водных слоев Черного моря.

Перечисленные источники энергии условно объединены под понятием нетрадиционного газа, поскольку разведка всех этих видов газа в Украине находится на начальном этапе. В связи с отсутствием точных геологических данных, пока существует значительная неопределенность в оценках возможных объемов и стоимости добычи нетрадиционного газа. Основным вопросом в реализации проектов по разведке и добыче новых видов газа является их экономическая окупаемость. В основном, рентабельность добычи будет зависеть от альтернативной стоимости импортного газа, т.е. от возможной цены замещения импортом [5].

По разным оценкам запасы газа глубоководного шельфа Украины могут составлять 4-13 трлн.куб.м газа [6]. Глубина Черного моря составляет 2000 м. Мировой опыт работы в аналогичных условиях показывает, что себестоимость добычи на глубоководном шельфе находится в диапазоне 600-1000 грн./тыс.куб.м. В случае успешной разведки активная добыча может начаться к 2022 г. Прогнозный объем к 2030 г. оценивается в 7-9 млрд.куб.м в год. Инвестиции в проведение всех работ для подготовки и начала промышленной добычи в указанных объемах могут составить 80-90 млрд. грн.

Газ плотных пород может стать наиболее перспективным для Украины видом нетрадиционного газа. Газ плотных пород (ГПП) – газ, содержащийся в породах с пониженной пористостью и проницаемостью, поэтому добыча этого газа происходит с использованием гидравлического разрыва пласта.

Методики геологической разведки ГПП и традиционного газа похожи, что может способствовать проведению стадии разведки ГПП быстрее, чем для других видов нетрадиционного газа. По предварительным оценкам, в Украине ресурсы ГПП составляют 2-8 трлн.куб.м. Глубина залегания около половины этих ресурсов составляет 4-4,5 км. Ряд международных компаний планируют в ближайшее время провести более тщательную оценку месторождений ГПП. Сравнение с районами, которые имеют схожие характеристики, показывает, что прогнозная себестоимость добычи газа плотных пород в Украине может составить 1500-2200 грн./тыс.куб.м. Экономическая привлекательность и относительная простота разведки ГПП дают основания предполагать, что промышленная добыча может начаться в 2017 г., а потенциал добычи в 2030 г. может составить 7-9 млрд.куб.м. Для реализации всего потенциала добычи ГПП потребуются инвестиции в размере 55-65 млрд. грн. до 2030 г.

Наиболее значительные ресурсы сланцевого газа в Украине находятся в Западных и Вос-

точных районах и, по предварительным оценкам, составляют 5-8 трлн.куб.м, при этом извлечь вероятно возможно только 1-1,5 трлн.куб.м. Сравнение с районами, имеющими сопоставимые характеристики, показывает, что прогнозная себестоимость добычи сланцевого газа в Украине вероятно в диапазоне 2100-2800 грн./тыс.куб.м. Предполагалось, что промышленная добыча сланцевого газа в Украине начнется не ранее 2022 г., ввиду наличия ряда барьеров (например, отсутствия достаточного количества буровых установок, необходимости отвода значительных площадей земли в густонаселенных районах, потребности в снижении экологических рисков). Однако, в 2010 году Украина выдала лицензии на разведку сланцевого газа для Exxon Mobil и Shell. В мае 2012 года стали известны победители конкурса по разработке Юзовской (Донецкая область) и Олесской (Львовская область) газовых площадей, ими стали Shell и Chevron, соответственно. Ожидается, что промышленная добыча на этих участках начнется в 2018—2019 годах. 25 октября 2012 Shell начала бурение первой поисковой скважины газа уплотненных песчаников в Харьковской области. Потенциал добычи к 2030 г. может составить 6-11 млрд. куб.м. Для реализации полного потенциала добычи сланцевого газа необходимы инвестиции в размере 35-45 млрд. грн. до 2030 г.

Метан содержится в смеси газов, которая сопровождает угольные пласты. В отличие от традиционных месторождений, где газ находится в свободном состоянии, метан содержится в порах и трещинах угольной породы, а также в сорбированном виде. Поэтому для добычи метана угольных пластов (МУП) также используется гидравлический разрыв пласта. После гидравлического разрыва наступает период обезвоживания месторождения (2-3 года), и только на третий-четвертый год разработки месторождение выходит на максимальный объем добычи.

Потенциальные ресурсы МУП оцениваются в диапазоне 12-25 трлн.куб.м, 90% которых находятся в Восточном и Западном районах. Но техническая возможность извлечения значительной части этих запасов остается под вопросом, так как угольные пласты в Украине залегают на значительной глубине (500-5000 м) и имеют небольшую толщину (до 2 м).

С учетом мирового опыта и особенностей ресурсов МУП в Украине, себестоимость добычи может составить 2300-3300 грн./тыс. куб.м. Потенциал добычи к 2030 г. может составить 2-4 млрд.куб.м. Чтобы достичь такого объема добычи необходимо инвестировать 12-15 млрд.грн. в разведку, создание инфраструктуры и добычу МУП.

Черное море — один из ярких представителей водных бассейнов на нашей планете, накопивший к настоящему времени огромное количество сероводорода (28 - 63 млрд. тонн) и продолжающий его продуцировать со скоростью 4 - 9 млн. т/год. Удельная теплота сгорания сероводорода составляет величину 15,6 Дж/кг, что обосновывает его энергетическую ценность.

В настоящее время является распространённым утверждение о нецелесообразности извлечения сероводорода из черноморской воды ввиду непредсказуемости экологических последствий, а также низкого уровня концентрации сероводорода в морской воде (у дна моря максимальная концентрация составляет величину ~ 10 мг/л). Однако более пристальное изучение проблемы утилизации сероводорода Черного моря показало, что возможно его получение из глубин на основе новейших технологических разработок, позволяющих извлекать с обеспечением всех экологических требований сероводородную воду с минимальными затратами энергии на ее подъем, выделять из нее сероводород и утилизировать его (сжигать или разлагать на полимерную серу и водород) [7].

Если ежегодно изымать из Черного моря около 25 млн. тонн сероводорода, то это будет эквивалентно получению энергии порядка 9,25 млрд. кВт ч (сгорая, один килограмм сероводорода дает энергию 1334 кДж). Этот показатель составляет 10,4% от уровня производства электроэнергии АЭС Украины в 2005 году. Таким образом, Черное море, как источник сероводорода, может дать существенную добавку в энергобаланс Украины, не нарушая при этом экологического равновесия региона. Однако, объем необходимых инвестиций для создания необходимой инфраструктуры и оборудования составляет десятки млрд. грн.

Как страна с достаточно большим объемом сельскохозяйственного производства и животноводства, Украина имеет значительные энергетические ресурсы для производства биогаза, которые способны заменить 2,6 млрд. м³ природного газа/год. При дальнейшем развитии сельскохозяйственного производства, соответственно, будут увеличиваться и объемы накапливаемых органических отходов. Предполагается, что биопотенциал может достигнуть 7,7 млрд. м³/год, в пересчете на природный газ использование таких объемов могло бы обеспечить около

10% общего энергопотребления страны. Таким образом, Украина обладает огромными ресурсами для повсеместного внедрения биогазовых технологий, а количество потенциальных производителей биогаза, которых на сегодняшний день, насчитывается более 3 тысяч, возрастает.

Одним из крупнейших естественных источников биометана на Украине является акватория Азовского моря. До недавнего времени считалось, что потенциал выделяемого газа из донных иловых отложений Азовского моря незначительны, однако, современные исследования говорят об объеме в десятки млрд. м³ биогаза в год. Такие объемы выделяемого газа обусловлены специфическими особенностями моря. Авторы в предыдущих работах обосновали природу появления биогаза из донных иловых отложений Азовского моря. Также были поставлены ряд экспериментов, которые показали наличие метана в отобранных пробах газа от 50% до 90%, что подтверждает многолетние наблюдения местных жителей [8].

В ходе проделанной работы предложена статическая установка для сбора биогаза. Принципиальные схемы установки для сбора донного биогаза представлены на рисунке 2. Морская технология получения биогаза по сути принципиально не отличается от традиционной метантенковой, но позволяет ее существенно упростить:

- 1) исключить необходимость создания наиболее трудоемкого и дорогостоящего элемента метанового реактора – герметической вмещающей емкости;
- 2) исключить транспортировку и подготовку исходного сырья - сама установка монтируется в месте наличия готового сырья;
- 3) проводить естественную очистку полученного биогаза – получать практически чистый биометан;
- 4) получать исходное биосырье, используя естественные биосообщества в природной среде обитания;
- 5) исключить необходимость использования дорогостоящих газопроводов.

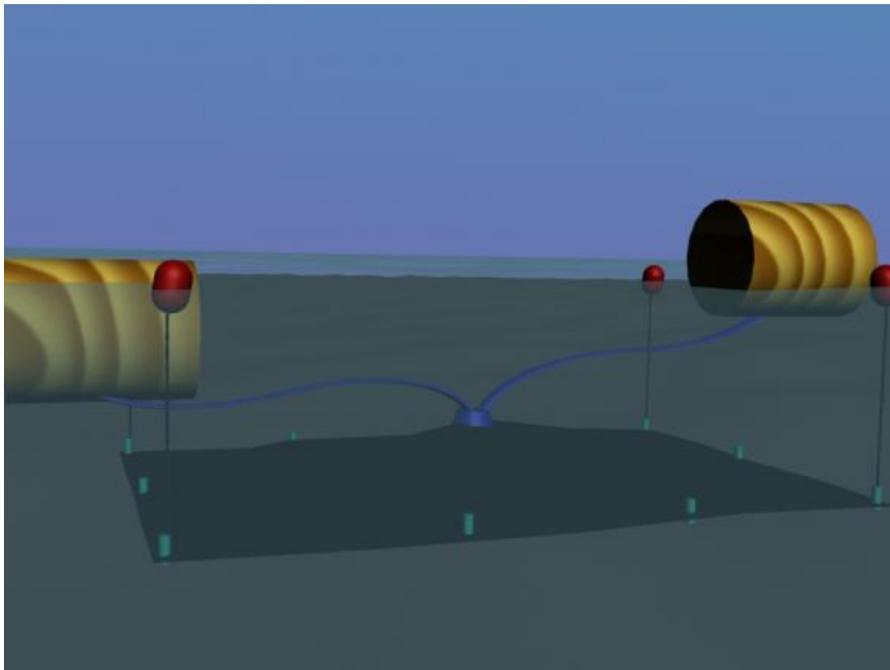


Рис. 2 – Схема сбора морского биогаза

Все перечисленное позволяет ожидать значительно более низкой себестоимости полученного биометана по морскому проекту, по сравнению с традиционной метантенковой технологией. Если традиционная метантенковая технология обеспечивает себестоимость 200-400 € за 1000 куб.м биометана при н.у., то морская технология позволит приблизить себестоимость биометана к себестоимости традиционного природного газа на месте добычи. Разрабатывается принципиальная схема замкнутого цикла преобразования солнечной энергии в электрическую на основе предложенной модели представлена на рис. 3.

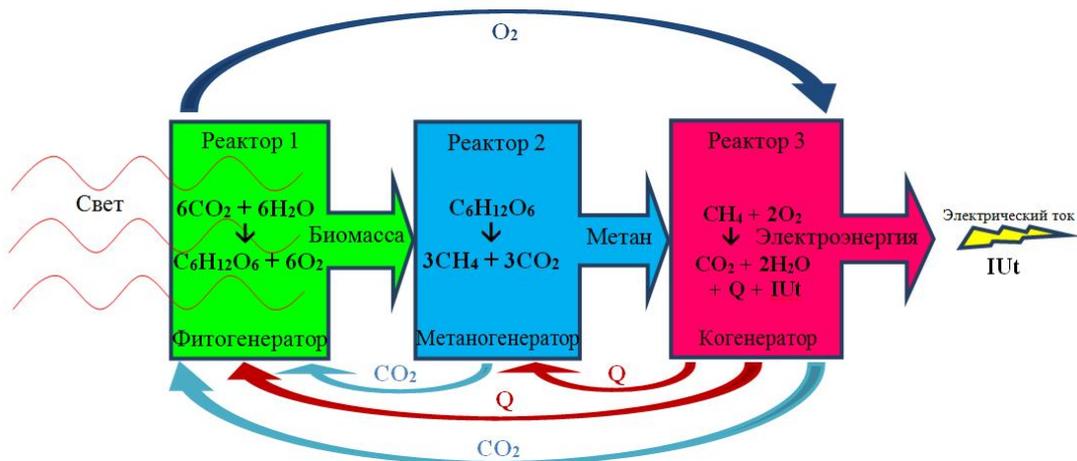


Рис. 3 – Замкнутый цикл преобразования солнечной энергии в электрическую («ГелиоБиоЭлектроСтанция»)

Таблица 2
 Анализ экономической и энергетической эффективности основных источников нетрадиционного газа

Тип энергоносителя	Газ глубоководного шельфа	Газ плотных пород	Сланцевый газ	Метан угольных пород	Биогаз Азовского моря	Сероводород Черного моря
Стоимость, грн/тыс. м ³ (т)	1000	2000	2800	3300	2200	-
Потенциальные запасы, млрд. м ³ (т)	4000	2000	1000	1500	30	28
Объемы инвестиций, млрд. грн.	90	65	45	15	10	>60
Начало добычи	2022	2018	2018	2023	2014	-
Инвестиционные риски*	средний	высокий	средний	высокий	средний	высокий

* Уровень инвестиционного риска оценивался путем соотношения ожидаемой прибыли и ожидаемого убытка

Выводы

Двадцать первый век можно считать веком трех больших «Э»: ЭКОНОМИКИ, ЭКОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ. В наши дни, одной из наиболее острых проблем считается проблема нехватки энергоресурсов и является очевидным переход к возобновляемой («чистой») энергетике. Однако решение выше указанных глобальных проблем в обязательном порядке должно быть экономически и экологически обоснованным, и эффективным. Только лишь таким способом можно добиться энергетической независимости Украины.

Список использованных источников:

1. Бакер Т. Газодобыча в Украине – 2012 / Т. Бакер // Энергоэффективность и энергосбережение. – 2012. – № 8/9. – С.44-51.
2. Лир В. Энергетический баланс Украины – уравнение из неизвестных. Организационно-методологические аспекты разработки и экономического анализа сводного энергетического баланса Украины / В. Лир // Экологические системы. – 2010. – № 2. – С.71-78.
3. Баясанов Д.Б. Распределительные системы газоснабжения / Д.Б. Баясанов, А.А. Ионин. –

М.: Стройиздат, 1977. – 407 с.

4. Газовые месторождения СССР : справочник. – 2-е изд. – М., 1968. – 484 с.
5. Денисенко Г.И. Возобновляемые источники энергии / Г.И. Денисенко. – К. : Вища школа, 1983. – 167 с.
6. Разработка газового месторождения системой неравномерно расположенных скважин. – М., 1968. – 253 с.
7. Базлов М.Н. Подготовка природного газа и конденсата к транспорту / М.Н. Базлов, А.И. Жуков, Т.С. Алексеев. – М., 1968. – 217 с.
8. Волошин В.С. Исследование биогазовой продуктивности донного ила Азовского моря / В.С. Волошин [и др.] // Вестник ПГТУ. – Мариуполь, 2011. – С. 261-265. – Серия «Техн. науки».

Bibliography:

1. Baker T. Gas production in Ukraine – 2012 / T. Bakker. Energy efficiency and conservation – 2012. – № 8/9. – P. 44-51. (Rus.)
2. V. Lir. Energy balance of Ukraine – the equation of the unknown. Organizational and methodological aspects of the design and synthesis of economic analysis of the energy balance of Ukraine / V. Lir // Ecological Systems. – 2010. – № 2. – P. 71-78. (Rus.)
3. Bayasanov D.B. Distribution of gas supply system / D.B. Bayasanov, A.A., Son of John. M.: Stroyizdat, 1977. – 407 с. (Rus.)
4. Gas fields of the USSR. Handbook , 2nd ed., M., 1968. – 484 p. (Rus.)
5. Denysenko G.I. Renewable Energy / G.I. Denysenko. – Kiev: Vyshcha School, 1983. – 167 p. (Rus.)
6. Development of gas field unevenly distributed system of wells, M., 1968. – 253 p. (Rus.)
7. Bazlov M.N. Preparation of natural gas and condensate production to transport / M.N. Bazlov, A.I. Zhukov, T.S. Alekseev. – M., 1968. – 217 с. (Rus.)
8. Investigation of biogas productivity bottom mud of the Azov Sea // V.S. Voloshin PGTU Herald , Ser. : Tech. Science / V.S. Voloshin, V.G. Mnatsakanian, G.B. Ryazancev, T.G. Danilov, M.A. Khaskov. – Mariupol, 2011. – P. 261-265. (Rus.)

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

Статья поступила 18.11.2013