



# Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

## ПРИМЕНЕНИЕ БИОГАЗА В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ



*Ст.научный сотрудник кафедры «ДВС»,  
кандидат технических наук  
Кравченко Сергей Александрович*

*Профессор кафедры «Химической  
техники и промышленной экологии»  
кандидат технических наук  
Зинченко Марина Георгиевна*

Международная выставка-конференция  
«Энергофорум-Харьков. Электрооборудование, энергосбережение»  
WasteECo-2012. 28-31 марта 2012 г.  
г. Харьков



## Актуальность проблемы

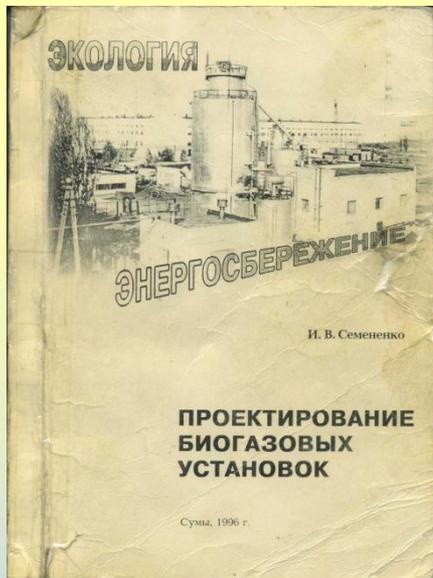
Во многих странах широко применяются биоэнергетические комплексы, использующие в своей основе технологию анаэробного (метанового) сбраживания навозных стоков сельскохозяйственных предприятий. В результате такой переработки получают биогаз, который можно использовать как моторное топливо для двигателей внутреннего сгорания для выработки тепла и электроэнергии, и высококачественные органические удобрения, которыми являются твёрдая и жидкая фракция продуктов брожения. Кроме того, переработка навозных стоков анаэробным сбраживанием предотвращает загрязнение грунтовых вод, водоёмов и заражение почвы гельминтами и болезнетворными бактериями.

Несмотря на многие положительные стороны, строительство таких комплексов как очистных сооружений крупных сельскохозяйственных предприятий с использованием получаемого биогаза в качестве альтернативного возобновляемого источника энергии, широкого распространения на территории Украины не получили.

Это связано с тем, что в настоящее время не уделяется должного внимания природоохранным мероприятиям и не разработаны механизмы льготного кредитования строительства биоэнергетических комплексов.



# Опыт проектирования биоэнергетических центров



Используя опыт создания установок по выработке биогаза, описанный в работе Семененко Ивана Васильевича «Проектирование биогазовых установок», с применением технологий метанового сбраживания, защищённых патентами НТУ «ХПИ», в Харьковском политехническом институте разработан проект автономного когенерационного комплекса по обеззараживанию отходов сельского хозяйства с получением биогаза и высококачественных органических удобрений.



## Биоэнергетический комплекс «БИОГАЗ-301С»



НТУ “ХПИ” совместно с ОАО “НПО им.Фрунзе” (г. Сумы) была разработана технология биологической конверсии отходов животноводства с получением биогаза и сброженной массы, имеющей свойства удобрений.

В 1985 г. в г.Сумы была построена установка БИОГАЗ-301С для утилизации отходов свинофермы с поголовьем 3000 животных.

Установка стабильно работала до 2000 года, пока не была ликвидирована свиноферма.



## Основные технические решения

Для разработанного в НТУ «ХПИ» автономного когенерационного комплекса по обеззараживанию отходов сельского хозяйства с получением биогаза и высококачественных органических удобрений выбран термофильный режим анаэробного сбраживания ( $52-54^{\circ}\text{C}$ ), так как, по сравнению с мезофильным ( $32-35^{\circ}\text{C}$ ), он обуславливает более высокую скорость разложения органического вещества, больший выход биогаза.

Полученный биогаз, представляющий собой смесь метана (60-70%) и диоксида углерода (40-30%), в дальнейшем очищается, доводится до рабочих параметров и в качестве моторного топлива подаётся в двигатели внутреннего сгорания, а твёрдая фракция перебродившей биомассы является высококачественными органическими удобрениями.

Выбор оборудования и агрегатов биоэнергетического комплекса проведён из расчёта, что ежесуточный выход жидких стоков составляет  $60,5 \text{ м}^3$  – объём, позволяющий получить биогаз в количестве, достаточном для выработки 180 кВт/ч электрической энергии и 190 кВт/ч тепловой.

Материальные и энергетические расчёты выполнены на основании методик, изложенных в действующих сегодня в Украине Нормах технологического проектирования (ВНТП – АПК - 09.06 «Навозоудаление») и вышеупомянутой работе И.В.Семененко.



## Разработанный биоэнергетический комплекс

Более наглядное представление о спроектированном биоэнергетическом комплексе по обеззараживанию отходов сельского хозяйства с получением биогаза и высококачественных органических удобрений дает размещение комплекса на местности, выполненное в программе Archi Cad.





## Характеристики биоэнергокомплекса

	<i>Наименование параметров</i>	<i>Электрическая энергия</i>
1	Мощность мотор-генератора, (АГ-200С-Т400-1Р). кВт	180
2	Удельный расход биогаза, нм <sup>3</sup> /кВт•ч	109
3	Суточный расход биогаза, нм <sup>3</sup> /кВт•ч	2616
4	Необходимое количество биомассы (при 87% влажности), м <sup>3</sup> /сутки	60,5
5	Количество вырабатываемой электроэнергии, кВт/ч	180
6	Количество вырабатываемой тепловой энергии, кВт/ч	190
7	Количество метантенков по 120 м <sup>3</sup>	4
8	Количество тепла необходимого для подогрева биомассы, кВт/ч	100
9	Количество тепла необходимого для поддержания температуры метантенков, кВт/ч	20,5
10	Количество затрачиваемой электроэнергии для обеспечения работы биоэнергокомплекса, кВт/ч	160
11	Количество товарного тепла, кВт/ч	60,5
12	Количество товарной электроэнергии, кВт/ч	20



## Оценка энергетического баланса

От газовой блочной электростанции АГ-200С-Т400-1Р выпускаемой в России получаем 180 кВт/ч электрической и при утилизации тепла выхлопных газов и охлаждающей жидкости 190 кВт/ч тепловой энергии, из которой для предварительного подогрева биомассы и поддержания работы метантенков в термофильном режиме затрачивается 120,5 кВт/ч. Остаток – 60,5 кВт/ч тепловой энергии - может быть использован для бытовых и других производственных нужд.

По предварительному анализу электропотребления технологического оборудования, для обеспечения технологического процесса биоэнергокомплекса, а также, бытовых условий обслуживающего персонала потребуется около 160 кВт/ч электрической энергии (88% произведенного количества). Остаток 20 кВт/ч электрической энергии может быть продано как товар.

Оценка энергетического баланса биоэнергокомплекса показывает, что энергоемкость технологии анаэробного сбраживания достаточно высока. Основное количество вырабатываемой тепловой энергии затрачивается на обеспечение технологического процесса и компенсацию тепловых потерь, вызванных рассеиванием в окружающую среду, а вырабатываемой электрической энергии на привод перекачивающих насосов и перемешивания биомассы в метантенках.

Учитывая низкую концентрацию твердой фракции в составе навозных стоков, принимаем удельные физические параметры этих стоков равными параметрам воды.



## Предварительные финансовые затраты

	<i>Название работы</i>	<i>Стоимость в дол. США</i>	<i>Примечание</i>
1	Рабочий проект	55 000	Должен соответствовать всем гостам и стандартам
2	Четыре метантенка	168 000	Изготовлены из металла
3	Три ёмкости подготовки биомассы	18 500	Изготовлены из металла с учётом монтажа
4	Газгольдер	36 000	Отбор газа из метантенков
5	Газохранилище	15 000	Отестовано (покупное)
6	Две блочных электростанции	80 000	Одна резервная
7	Котёл-утилизатор	20 000	Водогрейный. Прямоточный
8	Силовой трансформатор	3 000	Для отдачи и принятия электроэнергии с сети и в сеть
9	Трубы, кабели, провода, насосы	20 000	Зависит от размещения оборудования на площадке
10	Строительные сооружения	20 000	Блочные сооружения
11	Итого	435 000	Сумма уточняется при разработке ТЭО проекта



## Экономический эффект биоэнергокомплекса

<i>№ п/п</i>	<i>Товарная продукция</i>	<i>Предварительная стоимость в дол. США</i>	<i>Объём реализации продукции за год в дол. США</i>	<i>Примечание</i>
1	Электроэнергия 20 кВт/ч	0,25	40 000	Если удастся оформ- мить зелёный тариф.
2	Тепловая энергия 60,5 кВт/ч			Неликвид. Использо- вать на собственные нужды.
3	Обезвоженный шлам – 1042,6 т в год	200	208 520	Органические удоб- рения. Готовы брать за рубеж.
4	Жидкие стоки – 2051,4 т в год			Органические удобре- ния. Неликвид. Использовать на полив.
5	Итого		248 000	



## Размещение биоэнергетического комплекса на местности

На основании вышеприведённых данных была выполнена детальная проработка размещения с привязкой на местности комплекса по обеззараживанию отходов сельского хозяйства с получением биогаза и высококачественных органических удобрений с учётом всех требований, предъявляемых действующей в Украине нормативно-технической документации.

1. СНиП II–89-80 Генеральные планы промышленных предприятий.
2. СНиП 2.05.07-91 Промышленный транспорт.
3. ВНТП-81 Нормы технологического проектирования тепловых электрических станций.
4. СНиП II-58-75 Электростанции тепловые.
5. ДБН В.2.3-15:2007 Автостоянки и гаражи для легковых автомобилей.
6. ДБН В.2.5-20-2001 Газоснабжение.
7. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения.
8. ГОСТ 12.3.006-75 ССБТ. Эксплуатация водопроводных и канализационных сооружений и сетей. Общие требования безопасности.
9. ДБН В.1.1-7-2002 Защита от пожара. Пожарная безопасность объектов строительства.

Размеры площадки, необходимой для строительства, составили 0,5...0,7 га.





## Выводы

- Предложенный Национальным техническим университетом «ХПИ» проект решает ряд природоохранных задач, обеззараживая навозные стоки крупных сельскохозяйственных предприятий и получая в результате их переработки высококачественные органические удобрения и биогаз. Полученный биогаз используется как моторное топливо для газовых двигателей внутреннего сгорания, что может обеспечить энергонезависимость этих предприятий, существенно снизить себестоимость выпускаемой ими продукции за счёт использования в производственном цикле более дешёвой электрической и тепловой энергии.
- Показатели производительности, рассчитанные для разработанного биоэнергетического комплекса, и предварительный анализ энергетического баланса позволяют оценить привлекательность данного проекта.
- Технология метанового сбраживания имеет замкнутый цикл, не связанный с атмосферой, что исключает попадание биогаза в окружающую среду в чистом виде. Это позволит существенно снизить выбросы  $\text{CO}_2$  в окружающую среду.



## ***Контактная информация***

***Национальный технический университет «ХПИ»***

***61022, г.Харьков, ул.Фрунзе, 21***

***тел./факс 8 (057) 755-47-08***

***e-mail: [dvs.khpi@rambler.ru](mailto:dvs.khpi@rambler.ru)***



***Спасибо за внимание!***