

Суслов Д. Ю., канд. техн. наук, ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОГАЗА\*

suslov1687@mail.ru

Рассмотрена возможность использования биогазового топлива для газоснабжения сельскохозяйственных предприятий. Проведен анализ потребности в природном газе свиноводческого комплекса с поголовьем 14 000 голов, а также выход биогаза при анаэробной переработке 150 т/сут навозных стоков. Установлено, что получаемый биогаз полностью покрывает потребность в газе с апреля по ноябрь, а недостаток биогаза наблюдается только для четырех наиболее холодных месяцев: декабрь, январь, февраль и март. Разработана система газоснабжения свиноводческого комплекса, включающая источник газоснабжения – биогазовую установку.

**Ключевые слова:** газоснабжение, биогаз, биогазовая установка, органические отходы.

В Российской Федерации принята «Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия», что привело к резкому увеличению количества животноводческих и птицеводческих предприятий, требующих эффективного и стабильного энергообеспечения [1]. Основным видом топлива для энергоснабжения сельскохозяйственных предприятий является природный газ, наиболее эффективный и экологически чистый источник энергии [2].

Газоснабжение сельскохозяйственных предприятий позволяет улучшить условия содержания животных и повысить производительность хозяйства. Объектами газоснабжения являются помещения содержания животных, в которых для отопления и вентиляции используются генераторы горячего воздуха, котельная для производства горячей воды и пара на технологические нужды, оборудование для приготовления кормов, а также здания и помещения обслуживающего персонала, содержащие котлы и водонагреватели для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения [3].

Анализируя работу сельскохозяйственных предприятий можно отметить, что большинство предприятий работают по различным схемам сезонной деятельности - определенные периоды года высокого производства или реализации то-

вара сменяются значительным спадом, вследствие чего они сталкиваются с проблемами неравномерности поставки газа, которые приводят к нестабильной работе предприятий, а иногда и к их банкротству. Кроме того, многие животноводческие и птицеводческие комплексы располагаются на значительном расстоянии от магистральных сетей газоснабжения, что также увеличивает затраты на приобретение и доставку других видов энергоносителей [4].

Одним из перспективных и эффективных направлений в энергообеспечении сельскохозяйственных предприятий является производство и применение альтернативного источника энергии – биогаза, получаемого в специальных биогазовых установках [5, 6, 7].

Биогаз - это газообразный источник энергии, получаемый в результате анаэробной ферментации органических веществ различного происхождения и состава. Биогаз в основном состоит из метана ( $\text{CH}_4$ ) и углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), а так же содержит незначительное количество других газов: сероводород ( $\text{H}_2\text{S}$ ), азот ( $\text{N}_2$ ), водород ( $\text{H}_2$ ) [8, 9]. Соотношение содержания  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$  зависит от состава исходного субстрата и условий процесса брожения. Теплотворная способность биогаза составляет 20-25 МДж/м<sup>3</sup>. Состав и основные свойства биогаза представлены в таблице 1.

Таблица 1

Состав и основные свойства биогаза

Показатели	Компоненты				Биогаз
	$\text{CH}_4$	$\text{CO}_2$	$\text{H}_2$	$\text{H}_2\text{S}$	
Объемная доля, %	55-70	27-44	1	3	100
Теплота сгорания, МДж/м <sup>3</sup>	35,8	-	10,8	22,8	21,5
Пределы воспламенения при содержании с воздухом, %	5-15	-	4-80	4-445	6-12
Температура, °С: воспламенения	650-750	-	585	-	650-750
	критическая	-82,5	31,0	-	100
Критическое давление, МПа	4,7	7,5	1,3	8,9	7,5-8,9
Плотность г/л	0,72	1,98	0,09	1,54	1,2

Во многих развитых странах мира биогаз уже получил широкое применение на тепло-

электростанциях для получения тепловой и электрической энергии, а также в качестве топ-

лива для заправки автомобилей и автобусов [8]. Наиболее эффективно применение биогазовых технологий на крупных сельскохозяйственных предприятиях. Целесообразность этого решения заключается в образовании замкнутого цикла процесса получения биогаза при утилизации органических отходов.

Внедрение биогазовых технологий предъявляет специфические требования к проектированию и эксплуатации систем газоснабжения, что требует разработки новых технологических схем, процессов и установок, с учетом условий эксплуатации и режима газопотребления.

Рассмотрим возможность применения биогазового топлива для газоснабжения свиноводческого комплекса на 14 000 голов, расположенного в Белгородской области.

Основными потребителями газа на предприятии являются цех доращивания, цеха откорма (3 шт.) административно-бытовой корпус (АБК) и здание охраны. Для отопления и вентиляции цеха доращивания и откорма используются генераторы горячего воздуха фирмы «Big Dutchman» (Германия), работающие на

природном газе. При этом в цехе доращивания установлены генераторы «Jet Master GP 40» мощностью 40 кВт в количестве 16 штук, в цехах откорма - генераторы «Jet Master GP 95» мощностью 95 кВт по 12 штук в каждом. Для отопления и вентиляции здания АБК используется отопительный котел «SIME RX – 48 CE» (Италия) мощностью 48,8 кВт, для горячего водоснабжения АБК устанавливаются накопительные водонагреватели «Ariston – SGA 200» мощностью 10 кВт. Для отопления и горячего водоснабжения здания охраны используется отопительный двухконтурный котел с закрытой камерой сгорания «SIME Metropolis – 25 BF» мощностью 23,7 кВт.

На основе установленного оборудования и климатических данных определена потребность предприятия в природном газе по месяцам года (таблица 2). При этом наблюдается сезонная неравномерность расхода газа с ярко выраженными пиковыми моментами в холодный период года. Так, потребность в газе в зимнее время в 200 раз больше, по сравнению с теплым периодом года.

Таблица 2

Потребность предприятия в природном газе по месяцам года

Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Расход газа, тыс. м <sup>3</sup>	116,854	98,528	93,547	35,468	0,546	0,529	0,546	0,546	0,529	38,242	80,004	101,316

Размер биогазовой установки и объем производимого биогаза зависят от объема образующихся органических отходов.

Выход навоза определим по нормативным данным в зависимости от количества и группы

животных [10]. Комплекс рассчитан на постоянное поголовье 14 000 голов, из них 2000 поросят на доращивании и 12 000 голов на откорме (таблица 3).

Таблица 3

Выход навоза

Группа животных	Норма выхода навоза, кг/сут	Постоянное поголовье, гол.	Выход навоза в сутки, т/сут	Выход навоза, т/год
Поросята-отъемыши	1	2000	2	730
Свиньи на откорме	5,75	12000	69	25 185
Всего	6,75	14000	71	25915

Из таблицы 2 видно, что суммарный выход навоза с учетом сменности поголовья составляет 71 т/сут или 25915 т/год. Кроме того, в систему канализации поступает вода из системы самосплава в объеме 1:1 к навозу, а также вода на мытье и уборку помещений. Тогда суммарный выход навозных стоков предприятия составляет 150 т/сут. с влажностью 94 % или 9 000 кг/сут органического сухого вещества.

Известно [11], что выход биогаза из 1 кг органического сухого вещества свиного навоза составляет 0,45 м<sup>3</sup>, следовательно, суммарный выход биогаза составляет 4050 м<sup>3</sup>/сут.

Анализируя потребность предприятия в природном газе и выход биогаза по месяцам

(рис. 1) можно сделать вывод, что получаемый биогаз полностью покрывает потребность в газе для восьми месяцев с апреля по ноябрь. А недостаток биогаза наблюдается только для четырех наиболее холодных месяцев декабрь, январь, февраль и март.

Газоснабжение сельскохозяйственных предприятий осуществляется по схемам промышленных потребителей, при этом, как правило, применяется схема с центральным газорегуляторным пунктом шкафного типа, питающим большую часть цехов. Газ из распределительного газопровода среднего давления через ответвление и ввод подается на территорию комплекса. На вводе размещается главная запорная ар-

матура и центральный газорегуляторный пункт шкафного типа (ШРП), в котором давление газа снижается до величины, необходимой большинству цехов, а в административно-бытовом кор-

пусе устанавливается газорегуляторная установка (ГРУ), в которой давление газа снижается до низкого.

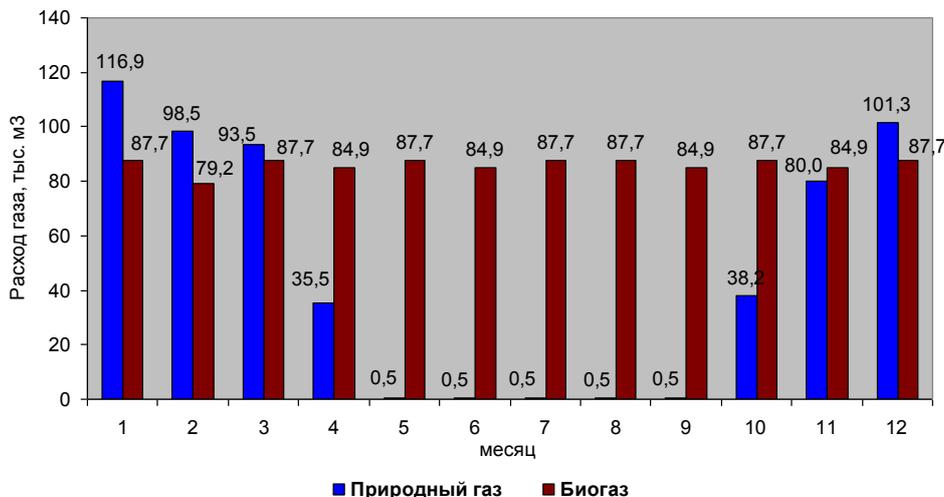


Рис. 1. График потребления природного газа и производства биогаза на свиноводческом комплексе

На рисунке 2 представлена разработанная схема газоснабжения свиноводческого комплекса с использованием альтернативного биогазового топлива.

Отличительной особенностью разработанной схемы является то, что в систему газоснабжения через узел смешения включается биогазопровод, подающий биогаз от источника получения – биогазовой установки.

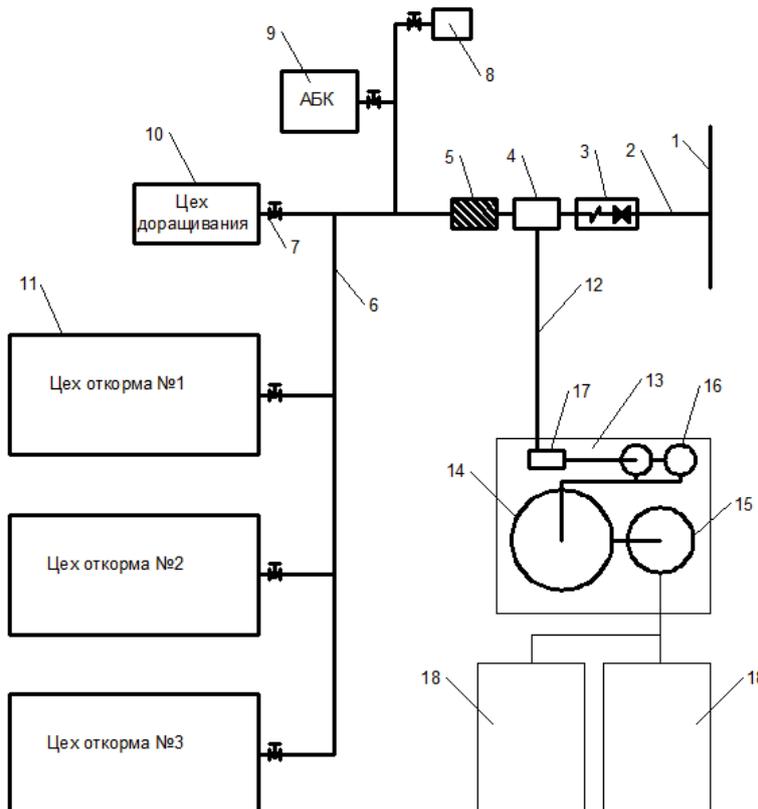


Рис. 2. Схема газоснабжения свиноводческого комплекса с применением биогаза:

- 1 – распределительный газопровод среднего давления; 2 – ввод на предприятие; 3 – задвижка в глубоком колодце; 4 – узел смешения; 5 – ШРП; 6 – ответвление газопровода к цеху; 7 – кран; 8 – здание охраны; 9 – административно-бытовой корпус; 10 – цех доращивания; 11 – цех откорма; 12 – биогазопровод; 13 – площадка биогазового комплекса; 14 – биореактор; 15 – резервуар переброженного навоза; 16 – газгольдер; 17 – узел очистки биогаза; 18 – лагуны для хранения исходного и сброженного вещества

Учитывая сезонную неравномерность потребления газа, предлагается два режима работы системы газоснабжения предприятия.

В теплый период года, когда расход газа незначительный, в ШРП предприятия подается биогаз из биореакторной установки. В холодный период года потребность в газе увеличивается и объема добываемого биогаза становится недостаточным для снабжения предприятия, узел смешения увеличивает расход подаваемого в ШРП газа за счет природного газа из распределительной сети среднего давления.

Можно сделать вывод, что применение биогазовых технологий позволяет сельскохозяйственным предприятиям не только получать энергетический продукт – биогаз, но также решить экологическую проблему утилизации органических отходов в виде навозных стоков и травы. Кроме того, в процессе получения биогаза происходит обезвреживание жидкого навоза и сохранение его как удобрения, что позволяет предприятиям вести более эффективную и стабильную хозяйственную деятельность за счет использования или реализации получаемых биологических удобрений.

*\*Работа выполнена в рамках гранта № Б-4/13 Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012–2016 годы.*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Правительства Российской Федерации. О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы: утвержден постановлением Правительства от 14 июля 2012 г. № 717.
2. Кондауров, П.П. Газоснабжение сельскохозяйственных предприятий с использованием альтернативного источника энергии биогаза в замкнутом цикле обработки и утилизации отходов: Автореф. дис. канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2007. 21 с.
3. Амерханов Р.А. Проектирование систем теплоснабжения сельского хозяйства: Учебник для студентов вузов по агроинженерным специальностям. Под ред. Б.Х. Драганова. Краснодар, 2001. 200 с.: ил.
4. Кнорр А.Ф. Газоснабжение сельскохозяйственных товаропроизводителей в современных условиях // Газовый бизнес. 2009. №1. С. 41-43.
5. Биркин, С.М., Антонов Н.М. Обоснование применения биогазовых установок на животноводческих фермах и комплексах // Вестник КрасГАУ. 2009. №5. С. 156-158.
6. Евстюничев М.А., Ильина Т.Н. Особенности сырьевой базы Белгородской области для производства биогаза // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 5. С. 170-173.
7. Шаптала В.Г., Шаптала В.В., Суслов Д.Ю. Вопросы моделирования и расчета барботажных реакторов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №5. С. 189-192.
8. Суслов Д.Ю., Кущев Л.А., Окунева Г.Л., Городов В.И. Биогазовые установки – энергетический резерв строительной индустрии // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов: Межд. науч.-практ. конф., (Белгород, 5-8 окт. 2010), Белгород: Изд-во БГТУ. 2010. Ч.3. С. 246-250.
9. Suslov D.Yu., Kushchev L.A. Biogas technology – a contemporary method for processing organic wastes // Chemical and Petroleum Engineering. 2010. Т. 46. № 5. С. 308-311.
10. НТП 17-99\*. Нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. – М: Министерство сельского хозяйства РФ, 2001.
11. Кущев Л.А., Окунева Г.Л., Суслов Д.Ю., Гравин А.А. Моделирование процесса получения биогаза в биореакторах барботажного типа // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2011. № 9. С. 28-31.