

УДК 620.92

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ АГРОГОРОДКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

В.А. Коротинский,

зав. каф. энергетики БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

В.Ф. Клинцева,

ст. преподаватель каф. энергетики БГАТУ

В статье приведены исследования разработанной системы энергообеспечения агрогородков в Республике Беларусь, основанной на использовании биогазовых комплексов. Даны рекомендации по ее эффективному функционированию.

Ключевые слова: биогазовые комплексы, система энергообеспечения, надежность энергоснабжения, эффективное использование.

The study of the system of energy supply to agricultural towns in the Republic of Belarus based on the use of biogas complexes is presented in the article. Recommendations for its effective functioning have been developed.

Keywords: biogas complexes, power supply system, reliability of power supply, efficient use.

Введение

В сельском хозяйстве Республики Беларусь сегодня эксплуатируются более двадцати биогазовых комплексов, связанных с переработкой отходов сельскохозяйственного производства и получением электрической энергии. Энергетическую основу таких комплексов составляют когенерационные установки.

Современные технологии когенерации обеспечивают выработку электроэнергии на тепловом потреблении в 2,5-6 раз выше, чем паротурбинные. Увеличенная в разы выработка электроэнергии неотвратимо сопровождается таким же ростом чистого дохода, экономией топлива, снижением энергоемкости и себестоимости продукции.

Что касается сроков строительства когенерационных объектов, то они в 4-6 раз меньше, чем на объектах электроэнергетики. Это связано с высокой заводской готовностью когенерационных установок, малой массой и габаритами, небольшим объемом строительно-монтажных работ [1].

Кроме того, срок окупаемости когенерационных установок лежит в диапазоне от одного года до трех лет. И только для односменных предприятий он доходит до 4-5 лет.

Целью работы является исследование эффективности функционирования разработанной инновационной системы энергообеспечения агрогородков в Республике Беларусь на основе использования биогазовых комплексов.

Основная часть

На основании системного анализа существующих схем энергоснабжения поселка и центральной

усадьбы СПК «Агрокомбинат «Снов»» в Белорусском государственном аграрном техническом университете на кафедре энергетики разработана инновационная система энергообеспечения агрогородков в Республике Беларусь (рис. 1). Система перспективного энергоснабжения агрогородка выполнена на базе когенерационной установки, работающей на биогазе.

Для повышения качества биогаза применяется процесс его обогащения, при котором используют различные методы:

– короткоциклового безнагревной адсорбции (при таком способе доля метана в обогащенном биогазе может достигать до 97 %);

– промывки водой под давлением (это позволяет получить долю метана до 98 %, но с потерей его, составляющей около 1 % от общего количества);

– химической или аминовой промывки (степень очистки составляет 99 % при потере метана менее 0,1 %);

– физический метод промывки (степень обогащения метана в этом случае достигает до 96 %, а потери могут составлять до 1 %).

В стадию подготовки биогаза для подачи в сеть природного газа входит также очищение от кислорода и удаление серы.

Для расчета когенерационной установки необходимо разработать основные требования для основных потребителей энергии агрогородка:

– согласно источнику [2], удельная расчетная электрическая нагрузка всех электрических приемников квартир и коттеджей, отнесенных к I степени по уровню электрификации, составляет $\Theta_{\text{год}} = 5 \text{ кВт}$;

– количество домов агрогородка принимаем: $n = 30$ домов;

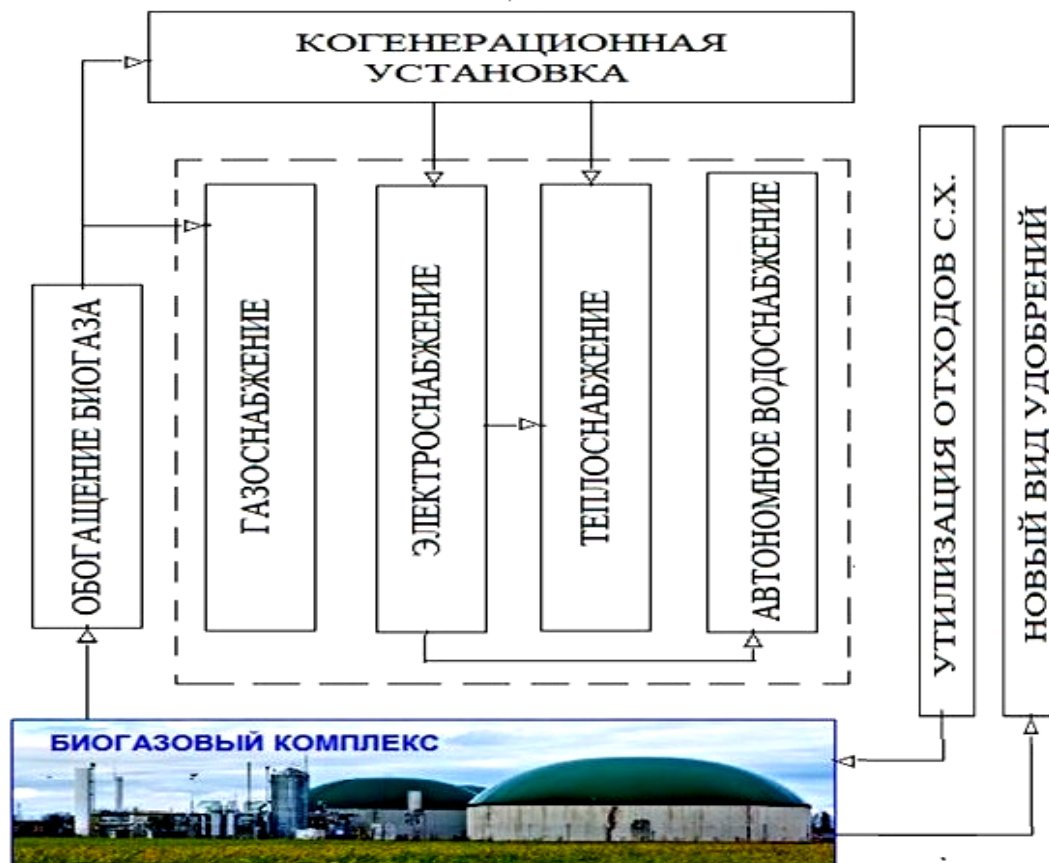


Рисунок 1. Перспективная схема энергоснабжения агрогорода

– объем дома: $V = 900\text{м}^3$ (проекты зданий на две семьи).

Выбор типа и мощности когенерационной установки осуществляется на основе проведенного обследования объекта энергоснабжения с целью определения его тепловой нагрузки в горячей воде, а также объема потребления электрической энергии. Для ряда помещений производственного и офисного типа с целью увеличения эффективности использования электрической установленной мощности определяется также потребность в холоде для кондиционирования с использованием абсорбционных холодильных машин.

Выбор устанавливаемой мощности следует производить исходя из тепловой нагрузки, учитывая, что наибольший эффект по экономии ТЭР, получается при работе на тепловом потреблении.

Для дальнейшего исследования необходимо определить максимальную, минимальную и среднечасовую нагрузки когенерационной установки. Обработка данных исследований осуществлялась согласно методическим указаниям [4]. Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Когенерационную установку выбирали (табл. 2) по расчетной тепловой мощности 353,1 кВт (табл. 1).

Стоимость выбранной когенерационной установки определяется по данным предприятия изготовителя аналога, принятого для расчета. В последующем уточняется по результатам тендерных торгов на поставку оборудования.

Стоимость электрических устройств составляет ориентировочно 10-15 % от стоимости когенерационной установки. Стоимость механической части (подвод сетевой воды, трубопроводы технической воды и т.д.) – 15-20 % от стоимости когенерационной установки.

Стоимость строительно-монтажных работ в зависимости от расположения когенерационной установки составляет:

- в уже существующем здании – 15-20 % от стоимости оборудования;
- в отдельно стоящем строении – 20-30 % от стоимости оборудования;
- проектно-изыскательных работ – 5-10 % от стоимости строительно-монтажных работ;
- пуско-наладочных работ – 2-5 % от стоимости оборудования.

По результатам исследований и проведенным расчетам когенерационной установки разработаны рекомендации по эффективной эксплуатации пред-

Таблица 1. Результаты технико-экономического обоснования внедрения когенерационной установки системы теплоснабжения агрогородков

Показатель	Размерность	Значение
Годовое потребление тепловой энергии, отопление	Гкал	1309,5
Годовое потребление тепловой энергии, ГВС	Гкал	678,9
Суммарное годовое потребление энергии	Гкал	1988,4
Среднегодовая тепловая нагрузка	Гкал/ч	0,42
Расчетная тепловая мощность	кВт	353,1
Тепловая мощность установки (по табл.2)	кВт	395
Число часов использования установленной мощности	ч	5572
Удельный расход топлива на производство тепловой энергии	г у.т./кВт·ч	290,0
Удельный расход топлива на производство электрической энергии	г у.т./кВт·ч	287,4
Часовой расход условного топлива	кг у.т./ч	113,6
Расход топлива на отпуск тепловой энергии	кг у.т./ч	56,4
Расход топлива на отпуск электрической энергии	кг у.т./ч	57,2
Удельный расход топлива на отпуск тепловой энергии	г у.т./кВт·ч	143,0
Число часов использования установленной мощности при производстве электрической энергии	ч	3343
Выработка электрической энергии за год	кВт·ч	1337200
Количество отпущенной электрической энергии	кВт·ч	668600
Необходимое количество электроэнергии, отпущенной с шин электростанций ГПО «Белэнерго», с учетом потерь в электрических сетях на ее транспортировку до вводов токоприемников предприятия	кВт·ч	724428
Экономии топлива при применении выбранной когенерационной установки	т у.т.	6236,0
Стоимость оборудования	тыс. руб	10 000,0
Общие капиталовложения	тыс. руб	11 875,0
Стоимость 1 т у.т.	руб	559
Стоимость доллара США (прогноз на 2020 г.)	руб	2,60
Простой срок окупаемости мероприятия	лет	3,4

ложенной схемы энергообеспечения сельских населенных пунктов (агрогородков).

Для этого необходимо выполнить требования и специальные условия для каждого объекта системы энергообеспечения.

Таблица 2. Когенерационные установки TEDOM серия QUANTO

Тип установки	Электрическая мощность, [кВт]	Тепловая мощность, [кВт]	КПД Электрический %	КПД Тепловой %	КПД Общий %	Расход газа м ³ /ч
<i>Серия QUANTO</i>						
Quanto D400	400	425	42,8	45,5	88,2	144
Quanto D400 KON*	400	395	42,8	42,3	85,0	144

*Обозначение KON – исполнение в контейнере

1. Биогазовый комплекс:

– провести энергетическое обследование сельхозпредприятия, оценить сырьевую базу и затраты на логистику, на территории которого будет установлен биогазовый комплекс;

– осуществить бесперебойную доставку отходов сельскохозяйственного производства и субстрата согласно технологическому регламенту;

– обеспечить плановую подачу обогащенного газа в локальную магистральную сеть (до агрогородка);

– организовать выполнение графика проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования биогазового комплекса.

2. Газовая магистральная сеть (биогазовый комплекс – агрогородок):

– обеспечить бесперебойную подачу газа согласно плановому технологическому регламенту.

3. Газораспределительный пункт (ГРП) агрогородка:

– обеспечить размещение шкафных ГРП в центре нагрузок;

– соблюдать требования по надежности газоснабжения [3].

4. Распределительные газовые сети агрогородка (газоснабжение):

– обеспечить безопасный режим газоснабжения в соответствии с техническими нормативными правовыми актами [3].

5. Когенерационная установка агрогородка:

– необходимо иметь компактное блочное стандартное исполнение установки;

– система оборудования и управления установкой должна иметь высокую эксплуатационную надежность.

6. Электроснабжение всех объектов коммунальной и социальной сферы агрогородка:

– требования по надежности потребителей (3 категория) должны соответствовать нормативной документации и указаниям ПУЭ.

7. Водоснабжение:

– обеспечить автономное водоснабжение, предусмотрев в каждом доме скважинный насос.

8. Теплоснабжение:

– осуществить централизованное подключение системы теплоснабжения от когенерационной установки для коммунальных объектов и, желательно, для индивидуальных домов;

– предусмотреть установку в каждом доме типового теплового узла;

– осуществить при необходимости в домах построение системы отопления и ГВС с использованием электрической энергии [5].

Заключение

1. Техничко-экономические расчеты показывают, что при использовании биогазовых комплексов с расположением когенерационной установки на территории агрогородка или рядом с ним, срок окупаемости составит 3-4 года. Поэтому строительство таких биогазовых комплексов в Республике Беларусь целесообразно и является перспективным направлением развития энергообеспечения АПК.

2. Проведенные исследования совместного эффективного использования различных энергоресурсов и энергетической безопасности агрогородков позволили научно обосновать комплексное использование традиционных централизованных и нетрадиционных местных, а также возобновляемых энергоресурсов и разработать перспективную схему энергообеспечения сельских населенных пунктов (агрогородков). Эта схема преследует выполнение трех основополагающих задач. К ним относятся: утилизация отходов сельскохозяйственного производства (по месту расположения биогазового комплекса, как правило, рядом с источником отходов), получение качественных органических удобрений (там же) и надежное и качественное энергоснабжение потребителей обогащенным газом (может быть на значительном расстоянии от биогазового комплекса, но не более 8-12 км).

3. Когенерационная установка, расположенная в населенном пункте в центре энергетических нагрузок, обеспечивает полное газоснабжение и электроснабжение потребителей качественной и недорогой электрической энергией. Тепловая энергия, вырабатываемая коге-

нерационной установкой, расходуется на нужды теплофикации (отопление и горячее водоснабжение).

4. Избыточное количество получаемой тепловой энергии (теплый период года) необходимо использовать для получения холода для холодильных систем объектов коммунальных служб (магазины). В случае дефицита тепловой энергии для системы локального теплоснабжения (холодный период года), желательно использовать возобновляемые источники энергии в виде солнечных (вакуумных) гелиоколлекторов. Возможно применение и биогаза в местных локальных котельных установках, но это требует дополнительного технико-экономического обоснования.

5. Предложенная перспективная схема энергоснабжения (централизованная подача электрической и тепловой энергии, газа в качестве топлива и тепловой энергии в теплый период года для использования в абсорбционных холодильных машинах и для кондиционеров) дает возможность использовать практически всю энергию, получаемую на когенерационной установке. При этом ее эффективность приближается к 100 %, а страна не тратит лишнюю валюту на импорт газа и получает экономическую выгоду. К тому же такой подход способствует улучшению экологии и сохранению озонового слоя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Коротинский, В.А. Биоэнергетика: учеб. пособие / В.А. Коротинский, К.Э. Гаркуша. – Минск: БГАТУ, 2011. – 148 с.

2. Системы электрооборудования жилых и общественных зданий. Правила проектирования: ТКП 45-4.04-149-2009. – Введ. 01.01.10 (изменения внесены в 2012). – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь. – 2009. – 17 с.

3. Газораспределение и газопотребление: ТКП 45-4.03-267-2012 (02250). – Введ. 12.01.12. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь. – 2012. – 102 с.

4. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий (дополнение) / Департамент по энергоэффективности Государственного Комитета по стандартизации Республики Беларусь. – Минск, 2008. – 31 с.

5. Правила технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей: ТКП 458-2012(02230). – Введ. 03.01.13. – Минск: Министерство энергетики Респ. Беларусь. – 2013. – 112 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 13.11.2020