

ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ АГРОГОРОДКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

В.Ф. Клинцева, ст. преподаватель каф. энергетики,
e-mail: valentina.fedorovna1979@mail.ru
(Белорусский государственный аграрный технический университет),
Республика Беларусь

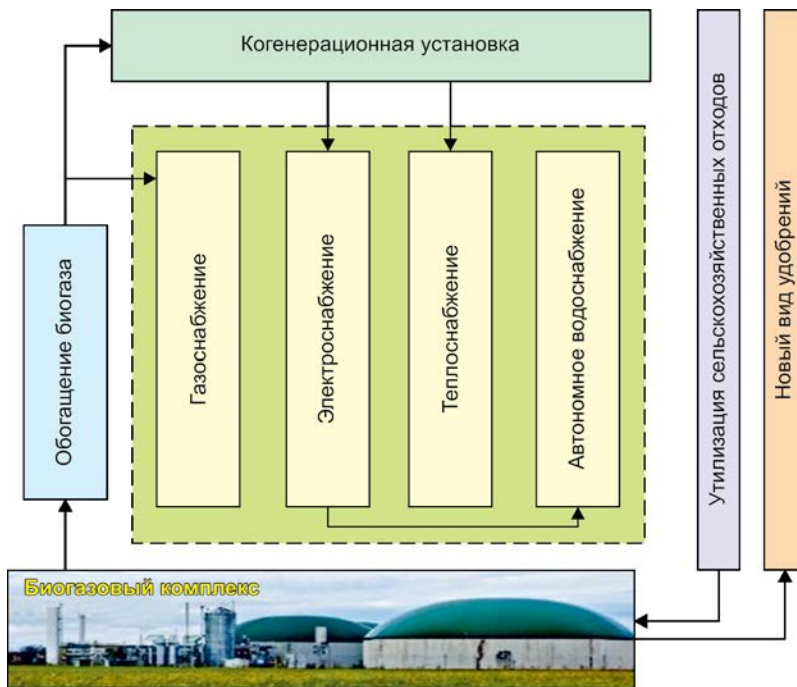
***Аннотация.** Представлены исследования разработанной системы энергообеспечения агрогородков в Республике Беларусь, основанной на использовании биогазовых комплексов. Разработаны рекомендации по ее эффективному функционированию.*

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

На основании системного анализа существующих схем энергоснабжения разработана инновационная система энергообеспечения агрогородков в Республике Беларусь (см. рисунок). Система перспективного энергоснабжения агрогородка выполнена на базе когенерационной установки, работающей на биогазе (под агрогородком понимается благоустроенная территория, на которой создаются социальная и производственная инфраструктуры для обеспечения утвержденных социальных стандартов проживающему здесь населению).

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

Сроки строительства когенерационных объектов в 4-6 раз меньше, чем на объектах электроэнергетики. Связано это с высокой заводской готовностью когенерационных установок, малой массой и габаритными размерами, небольшим объемом строительно-монтажных работ [1]. Кроме того, срок окупаемости когенерационных установок – от года до трех лет, и только для одноменных предприятий – до четырех-пяти лет.



Перспективная схема энергоснабжения

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

- ▶ *метод короткоциклового безнагревной адсорбции* (при таком способе доля метана в обогащенном биогазе может составлять до 97%);
- ▶ *метод промывки водой под давлением* (позволяет получить долю метана до 98%, но с потерей метана, составляющей около 1% общего количества);
- ▶ *метод химической, или аминовой, промывки* (степень очистки составляет 99% при потере метана менее 0,1%);
- ▶ *физический метод промывки* (степень обогащения метана в этом случае доходит до 96%, а потери могут составлять до 1%).

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

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

- согласно [2] удельная расчетная электрическая нагрузка всех электрических приемников квартир и коттеджей, отнесенных к первой степени по уровню электрификации, составляет $\mathcal{E}_{\text{год}} = 5$ кВт;
- количество домов агрогородка принимается $n = 30$ домов;
- объем дома принимается $V = 900$ м³ (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 типов с целью повышения эффективности применения 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 сведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты технико-экономического обоснования

Показатели	Размерность	Значение
1	2	3
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

1	2	3
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

Когенерационная установка (табл. 2) выбирается по расчетной тепловой мощности 353,1 кВт (см. табл. 1).

Таблица 2

Когенерационные установки TEDOM серия QUANTO

Тип установки	Мощность, кВт		КПД, %			Расход газа, м ³ /ч
	электрическая	тепловая	электрический	тепловой	общий	
<i>Серия QUANTO (двигатели MWM)</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.

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

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

Стоимость строительно-монтажных работ в зависимости от расположения когенерационной установки в уже существующем здании – 15-20% стоимости оборудования, расположения когенерационной установки в отдельно стоящем строении – 20-30%, пусконаладочных работ – 2-5%; стоимость проектно-исследовательских работ – 5-10% от стоимости строительно-монтажных работ.

По результатам исследований и проведенным расчетам когенерационной установки разработаны рекомендации по эффективной эксплуатации предложенной схемы энергообеспечения сельских населенных пунктов (агророгородков) согласно которым необходимо выполнять требования и соблюдать специальные условия для каждого объекта системы энергообеспечения.

Биогазовый комплекс:

► провести энергетическое обследование сельхозпредприятия (оценив 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.

Газовая магистральная сеть (биогазовый комплекс – агрогородок):

▶ обеспечить бесперебойную подачу газа согласно плановому технологическому регламенту.

Газораспределительный пункт (ГРП) агрогородка:

▶ обеспечить размещение шкафных ГРП в центре нагрузок;

▶ соблюдать требования по надежности газоснабжения [3].

Распределительные газовые сети агрогородка (газоснабжение):

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

Когенерационная установка агрогородка должна иметь:

▶ компактное блочное стандартное исполнение установки, а система оборудования и управления установкой должна – высокую эксплуатационную надежность.

Электроснабжение всех объектов коммунальной и социальной сферы агрогородка:

▶ обеспечить соответствие требований по надежности потребителей (третья категория) нормативной документации и указаниям ПУЭ.

Водоснабжение:

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

Теплоснабжение:

▶ осуществить централизованное подключение системы теплоснабжения от когенерационной установки для коммунальных объектов и желательно для индивидуальных домов, предусмотрев при этом установку в каждом доме типового теплового узла;

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

Заключение

Технико-экономические расчеты показывают, что при использовании биогазовых комплексов с расположением когенерационной установки на территории агрогородка или рядом с ним срок окупаемости составит три-четыре года. Поэтому, строительство таких биогазовых комплексов в Республике Беларусь

считается целесообразным и перспективным направлением развития энергообеспечения АПК.

Проведенные исследования совместного эффективного использования различных энергоресурсов и энергетической безопасности агрогородков позволили научно обосновать комплексное применение традиционных централизованных и нетрадиционных местных, возобновляемых энергоресурсов, а также разработать перспективную схему энергообеспечения сельских населенных пунктов (агрогородков).

Когенерационная установка, расположенная в населенном пункте в центре энергетических нагрузок, обеспечивает полное газоснабжение и электрообеспечение потребителей качественной и недорогой электрической энергией. Вырабатываемая ею тепловая энергия расходуется на нужды теплофикации (отопление и горячее водоснабжение).

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.

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 валюту на импорт газа и получает экономическую выгоду. К тому же, такой подход способствует улучшению экологии и сохранению озонового слоя.

Использованные источники *****

1. **Коротинский В.А.** Биоэнергетика: учеб. пособ. / 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 РБ. – 2009. – 17 с.
3. Газораспределение и газопотребление: ТКП 45-4.03-267-2012 (02250). – Введ. 12.01.12. – Минск: Министерство архитектуры и строительства РБ. – 2012. – 102 с.
4. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий (дополнение): метод. рек. / 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: Мин-во энергетики РБ, 2013. – 112 с.

INNOVATIVE ENERGY SUPPLY SYSTEM FOR AGROGORODKI IN THE REPUBLIC OF BELARUS USING BIOGAS COMPLEXES

V.F. Klintsova, *Art. teacher of the department. power engineers
(BGATU), Belarus*

Summary. The article presents studies of the developed system of energy supply to agricultural towns in the Republic of Belarus, based on the use of biogas complexes. Recommendations for its effective functioning have been developed.

Key words: *biogas complexes, power supply system, reliability of power supply, efficient use.*

