

дарственная академия ветеринарной медицины» : научно–практический журнал. – Витебск, 2020. – Т. 56, вып. 2. – С. 99–102.

11. Технология получения и выращивания здоровых телят : монография / В. И. Смунев, Н. С. Мотузко, А. М. Лапотентов [и др.]. – Витебск : Учреждение образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины", 2017. – 248 с.

12. Физиологические и технологические аспекты выращивания здоровых нетелей с высоким потенциалом продуктивности : монография Н. С. Мотузко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 328 с.

УДК 620.92, 658.261

А.М. Кравцов, *канд. техн. наук, доцент*,

К.Э. Гаркуша, *канд. техн. наук, доцент*, **В.С. Грушин**, *магистрант*,
*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск*

Ю.В. Пучко, *главный энергетик, СПК «Агрокомбинат Снов», аг. Снов*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИБРИДНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Ключевые слова: энергосбережение, возобновляемые источники энергии, гибридный энергетический комплекс, тепловой насос.

Key words: energy saving, renewable energy sources, hybrid energy complex, heat pump.

Аннотация. В статье анализируются перспективы развития в сельском хозяйстве гибридных энергетических комплексов, объединяющих различные источники энергии, в том числе возобновляемые, на примере СПК «Агрокомбинат Снов».

Abstract. The article analyzes the prospects for the development of hybrid energy complexes in agriculture that combine various energy sources, including renewable ones, using the example of the agricultural production cooperative "Agrokombinat Snov".

Энергосбережение и рациональное использование ТЭР является актуальным вопросом, как для отдельных физических и юридических лиц, так и для государства в целом [1, 2]. В соответствии с [2] «в складывающейся экономической ситуации необходимо активизировать работу по реализации государственной политики по повышению энергетической эффективности социально-экономического комплекса, предусматривающую жест-

кую экономию ТЭР, снижение затрат на единицу производимой продукции, в том числе тепловой и электрической энергии».

В Республике Беларусь широкое распространение имеют централизованные системы электро- и теплоснабжения. Централизация систем энергоснабжения активно развивалась в СССР с середины прошлого века, что было продиктовано существовавшим тогда общественно-экономическим укладом и необходимостью обеспечения энергоресурсами быстроразвивающейся послевоенной экономики. Это привело к существенному сокращению генерирующих установок малой мощности. Так, например, в 60-х годах XX века в БССР действовало около 180 малых ГЭС с годовой выработкой электроэнергии 88 млн кВт·ч. В 80-х годах XX века осталось только 4 действующие ГЭС. За последние десятилетия наметилась обратная тенденция. В настоящее время в Беларуси действуют 52 ГЭС с суммарной установленной электрической мощностью около 100 МВт. Также заметен рост таких возобновляемых источников энергии (ВИЭ), как солнечная, ветровая, биотопливо, геотермальная. Мощность установок ВИЭ составляет более 600 МВт, что значительно превышает величину 45 МВт, замеренную до принятия закона «О возобновляемых источниках энергии» [3].

На сегодняшний день централизованные системы не утратили своей актуальности, однако в новых условиях возникает все больше недостатков: физический износ оборудования и недостаточная мощность распределительной сети; использование ископаемого топлива, основной объем которого импортируется из одной страны-поставщика; невозможность потребителей влиять на стоимость энергии; потери энергии при ее транспортировке на большие расстояния; низкая маневренность и т.д.

В настоящее время стратегической целью развития топливно-энергетического комплекса Республики Беларусь является удовлетворение потребностей экономики и населения страны в энергоносителях на основе их максимально эффективного использования при снижении нагрузки на окружающую среду [4].

Перспективным направлением развития энергетики является использование гибридных энергетических комплексов (ГЭК) – энергетических систем, объединяющих в рамках единой технологической схемы разнообразные источники энергии (возобновляемые и невозобновляемые), генераторы различных видов энергии (электрической и тепловой), аккумуляторы энергии, интеллектуальные распределительные сети и активных потребителей. Под последними понимаются участники потребительского рынка энергии, которые имеют возможность оптимизировать график загрузки своих мощностей как с целью минимизации энергозатрат, так и с целью получения дохода от продажи энергии.

В области электроснабжения перспективным направлением является создание ГЭК с распределенной генерацией энергии множественными источниками, в том числе возобновляемыми, объединенными в интеллектуальную энергосеть (*Smart Grid*) на базе централизованной сети, или локальных сетей [4, 5].

В области теплоснабжения ГЭК также перспективны при использовании ВИЭ и местных видов топлива [6]. Такие комплексы могут реализовываться в виде локальных сетей, а также создаваться на базе централизованных тепловых и (или) электрических сетей. В качестве ВИЭ для получения теплоты может использоваться прямое солнечное излучение, местные виды топлива, геотермальные ресурсы и низкопотенциальные отходы производства. Каждый упомянутый источник энергии имеет свои преимущества и недостатки. При этом комбинирование различных источников в ГЭК нивелирует их недостатки и позволяет использовать с максимальной эффективностью.

На отечественных фермах и комплексах крупного рогатого скота в зимний период практически отсутствует отопление помещений для содержания взрослого поголовья, что предъявляет особые требования к выголке животных: вода должна быть теплой с температурой 22–24 °С. Для подогрева воды используются котлы, электроводонагреватели, рекуператоры от танков-охладителей молока.

В СПК «Агрокомбинат Снов» на МТФ «Друцковщина» для целей нагрева воды применяются вакуумные гелиоколлекторы, которые работают совместно с твердотопливным котлом на древесных отходах. Такое комбинирование эффективно в течение всего года, а летом оно дополнительно обеспечивает технологические нужды фермы и бытовые потребности в горячей воде обслуживающего персонала.

В целом СПК «Агрокомбинат Снов» для эффективного теплоснабжения производственных зданий и объектов инфраструктуры (правления, амбулатории, бассейна, гостиницы и др.) создал сеть локальных теплоисточников – блочно-модульных котельных, с современными автоматическими котлами, что позволило повысить КПД системы теплоснабжения и снизить потери в тепловых сетях.

В ближайшей перспективе в республике предполагается широкомасштабное внедрение теплонасосных установок (ТНУ) для преобразования теплоты низкопотенциальных источников (атмосферного воздуха, природных вод, грунта) или бросовой теплоты производственных процессов в тепловую энергию высокого потенциала, предназначенную для нужд отопления и горячего водоснабжения [4].

Использование ТНУ имеет ряд преимуществ, таких как, экономичность (для передачи в систему отопления 1 кВт·ч тепловой энергии уста-

новке необходимо затратить всего 0,2-0,35 кВт·ч электроэнергии); доступность; универсальность (многие тепловые насосы не только вырабатывают теплоту, но и охлаждают помещения, то есть они реверсивны); экологичность; безопасность; высокая надежность и длительный срок службы по сравнению с традиционными отопительными котлами; полная автоматизация работы оборудования.

Среди многообразия возможных схем ГЭК для получения теплоты применительно к АПК перспективны варианты комбинирования ТНУ с гелиоколлекторами и котлами на местных видах топлива или аккумулирующими баками с электронагревательными элементами. При этом в качестве низкопотенциального источника доступны не только атмосферный воздух, грунт или природные воды, а также источники бросовой теплоты производственных процессов, сточных вод и т.д.

В СПК «Агрокомбинат Снов» имеется источник вторичного низкопотенциального энергоресурса, теплота от которого в настоящий момент не используется. Ценность этого источника для применения в ТНУ состоит в практически неизменной производительности и постоянной в течение года температуре.

Речь идет о станции биологической очистки сточных вод. На долю бытовых стоков приходится $550 \text{ м}^3/\text{сутки}$, производственных – $750 \text{ м}^3/\text{сутки}$. Работа технологического оборудования на станции – трехсменная круглогодичная (8760 часов).

Сточная вода от молокозавода и от мясокомбината попадает на флоатационную установку для удаления жира, а сточные хозяйственно-бытовые воды от агрогородка – на решетки узла механической очистки для снятия крупных взвесей. Хозбытовой сток попадает также в песколовки, где происходит выделение нерастворенных минеральных загрязнителей. Далее хозбытовые и производственные стоки направляются в резервуар-усреднитель объемом 220 м^3 для смешения и усреднения состава.

После этого сток поступает в блок биологической очистки (биореактор), где последовательно проходит зоны денитрификации, нитрификации и сепарации. Биологически очищенные сточные воды выпускаются на высоконагружаемые поля фильтрации.

Для теплоснабжения объекта в здании административно-бытового корпуса (АБК) предусмотрена котельная с 2 котлами, работающими на твердом топливе, теплопроизводительностью 100 кВт каждый. В то же время в душевой для нагрева воды используется проточный электроводонагреватель, а в помещениях АБК для обогрева – тепловентилятор.

На основании данных технологических регламентов, видов и мощности используемого оборудования определены основные параметры и годовой потенциал использования вторичного энергоресурса (таблица 1).

Таблица 1. Параметры вторичного энергоресурса (сточные воды)

Источник ВЭР	Производительность, т/сут	Объем стоков, тыс. м ³ /год	Температура, °С	Выход теплоты, ГДж/год
Станция биологической очистки	1300	475	20	14916

Предварительный расчет эффективности ТНУ на станции биологической очистки сточных вод показал, что использование теплоты стоков позволит экономить ежегодно около 15000 ГДж тепловой энергии, а рост потребления электрической энергии тепловым насосом компенсируется отсутствием электропотребления на нужды отопления и горячего водоснабжения АБК.

Список использованной литературы

1. Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь [Электронный ресурс] : утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь, 23 декабря 2015 г., № 1084 // Онлайн-сервис готовых правовых решений iLex / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2023.

2. Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Республики Беларусь, 24 февраля 2021 г., № 103 : в ред. постановления Совета Министров Респ. Беларусь от 09.02.2023 г. // Онлайн-сервис готовых правовых решений iLex / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2023.

3. В Беларуси мощность установок ВИЭ за 13 лет выросла почти в 14 раз. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belta.by/economics/view/v-belarusi-moschnost-ustanovok-vie-za-13-let-vyroslo-pochti-v-14-raz-562234-2023/>. – Дата доступа: 30.03.2024.

4. Комплексный прогноз научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 г. Том 2 / под ред. А. Г. Шуმიлина. – Минск: ГУ «БелИСА», 2020. – 752 с.

5. Кравцов, А.М. Перспективы развития электроснабжения сельского хозяйства с распределенной генерацией энергии / А.М. Кравцов, И.В. Авдошка, В.Ф. Клинцова // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК : материалы Международной научно-практической конференции (Минск, 21-22 декабря 2021 г.) – Минск : БГАТУ, 2021. – С. 116–119.

Герасимович, Л.С. Методология научного обоснования аграрных комплексных энергосистем с использованием местных ресурсов / Л.С. Герасимович, О.Л. Сапун, А.В. Синенький // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2019. Т.57. №1. С. 93-109.