
МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 631.15:33

Королевич Н.Г., Оганезов И.А.

УО Белорусский государственный аграрный технический университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Аннотация

В статье рассматриваются основные пути повышения эффективности использования нетрадиционной энергетики на сельских территориях Республики Беларусь с учетом передового зарубежного и отечественного опыта. Рассмотрены основные тенденции развития возобновляемой энергетики и текущее использование потенциала ВИЭ в Беларуси. Представлены экономические характеристики наиболее перспективных видов ВИЭ для Беларуси. Приведены рекомендации по дальнейшему развитию этого сектора энергетики на сельских территориях Республики Беларусь.

Ключевые слова: Энергия, эффективность, район, ветроэнергетика, биоэнергетика, геотермальная энергетика, конкурентоспособность.

Введение

Политика энергосбережения является актуальной для сельского хозяйства Республики Беларусь, не располагающей в достаточном количестве топливно-энергетическими ресурсами. К местным энергоресурсам относятся топливные минеральные ресурсы, включая нефть, нефтяные газы, торф, бурый уголь и горючие сланцы. Обеспеченность Беларуси местными энергетическими ресурсами составляет около 16%. Увеличить данный показатель можно за счет:

- 1) вторичных энергоресурсов, включая горючие и тепловые отходы на промышленных предприятиях, твердые бытовые отходы, механическую энергию сжатого природного газа;
- 2) нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, таких как гидроэнергия малых рек, энергия ветра, солнечная энергия;
- 3) биотоплива [1-2].

Энергетическая безопасность является платформой, на которой основана экономическая и, в конечном счете, национальная безопасность любого государства. В свою очередь, она опирается на четыре краеугольных камня [1]:

- энергетическая независимость, определяемая долей собственных энергоресурсов в общем потреблении;
- диверсификация энергоресурсов и их поставок;
- надежность энергоснабжения;
- энергоэффективность

Развитие возобновляемой энергетики на сельских территориях Республики Беларусь обусловлено в первую очередь стратегическими целями по обеспечению энергетической безопасности страны. Реализация поступательной политики по стимулированию использования собственных энергоисточников позволит максимизировать реализацию экономически обоснованного потенциала вторичных, местных, включая возобновляемые, источников энергии (МВТ), который составляет более 25 % от общего потребления

котельно-печного топлива в Республике Беларусь. Реализация политики увеличения доли использования МВТ по ряду технико-экономических причин подразумевает развитие децентрализованной генерации. Увеличение ее доли в общем производстве электроэнергии и тепла приведет к подключению к энергосистеме десятков тысяч малых независимых производителей энергии, при этом число крупных, узловых электростанций будет сокращаться [1-2].

Реализация политики увеличения доли использования МВТ по ряду технико-экономических причин подразумевает развитие децентрализованной генерации. Увеличение ее доли в общем производстве электроэнергии и тепла приведет к подключению к энергосистеме десятков тысяч малых независимых производителей энергии, при этом число крупных, узловых электростанций будет сокращаться.

К достоинствам децентрализованной системы генерации энергии с точки зрения Белорусской энергосистемы можно отнести следующие:

- повышение энергетической безопасности страны в целом, возрастание автономности региональных и локальных энергосистем;
- возможность использования энергоисточников на МВТ (кроме солнечной и ветроэнергии) для частичной компенсации пиковых нагрузок;
- снижение технологического расхода электроэнергии на транспортировку;
- поступательное снижение себестоимости генерируемой энергии.

Недостатками развития децентрализованной генерации в сложившихся условиях являются:

- применение повышающих коэффициентов к тарифу при покупке энергосистемой электроэнергии от вневедомственных блок-станций на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ);
- усложнение процесса диспетчерского регулирования мощностей генерирующих источников;
- необходимость резервирования мощностей энергосистемы на величину отпускаемых вневедомственными блок-станциями мощностей;
- необходимость внедрения дистанционных автоматизированных систем управления энергогенерирующими источниками.

В целом же преимущества развития децентрализованной генерации энергии как фактора повышения уровня энергобезопасности страны и снижения себестоимости генерации энергии в полной мере признаны на общегосударственном уровне. Этой теме было посвящено совещание по вопросам эффективности использования местных топливно-энергетических ресурсов, прошедшее 19 августа 2016 г. на уровне руководства страны. Один из вопросов совещания — поиск резервов для расширения использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Беларусь обладает значительным потенциалом ВИЭ, который на сегодня используется не более чем на 1 %. Перспективными видами энергетики для нашей страны являются энергия биомассы и биогаза, ветра, солнца, геотермальная энергия. Современные тенденции развития этого сектора показывают, что возобновляемые источники энергии в условиях Республики Беларусь являются экономически конкурентоспособными и при расширении их использования послужат росту энергетической и экологической безопасности страны,

С этой целью на государственном уровне был принят и реализуется ряд программ. В частности, Государственная программа «Энергосбережение» на 2016-2020 гг. ставит целью сдерживание роста валового потребления топливно-энергетических ресурсов, увеличение использования местных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), возобновляемых источников энергии. Ожидается, что в результате реализации программы доля ВИЭ в валовом потреблении ТЭР должна составить не менее 6%[1].

Материалы и методы

В большинстве случаев экономическая эффективность использования нетрадиционной энергетики определяется следующими основными факторами:

- уменьшением затрат на оплату электрической и тепловой энергии у непосредственных ее потребителей и в соответствии с этим повышением конкурентоспособности выпускаемой ими продукции и оказываемых услуг;
- снижением эксплуатационных расходов на обслуживаемое электрооборудование, увеличением сроков его службы, сокращением численности обслуживающего персонала и уровня шума.

В настоящее время в Беларуси работает 17 биогазовых установок общей мощностью около 34 МВт, 56 ветроэнергетических установок (43,2 МВт), 30 фотоэлектрических установок (31,5 МВт), 287 гелио-водонагревательных установок (3,8 МВт) и 51 ГЭС общей мощностью 34,6 МВт. Функционирует также 3265 энергоисточников на местных видах топлива с установленной тепловой мощностью более 6 ГВт, в том числе 22 мини-ТЭЦ на древесном топливе со 129 МВт электрической и с 345 МВт тепловой мощности[1].

Вместе с тем действующие у нас в стране установки производят только около 0,7 % электроэнергии, что ни в коей мере не дает право считать ее «альтернативной» традиционной энергетике. В то же время для достижения поставленных в программных документах задач необходимо приложить большие усилия по совершенствованию законодательной базы, устранению стереотипов и преодолению барьеров в развитии возобновляемой энергетики.

Биогаз. Сельскохозяйственное производство в Республике Беларусь является одной из важнейших отраслей экономики, обеспечивает продовольственную безопасность страны и обладает значительным экспортным потенциалом. Активное развитие этого сектора связано со значительными экологическими проблемами. Животноводческие комплексы, птицефабрики являются источниками загрязнения окружающей среды, производят большое количество органических отходов.

В настоящее время в стране выращивается свыше 4 млн. голов скота

Кроме того, согласно Программе развития аграрного бизнеса на 2016-2020 гг. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 11.03.2016 г. № 196), объемы продукции животноводства должны вырасти к 2020 г. на 18,3 %, что повлечет за собой увеличение объемов отходов, а значит, и нагрузку на окружающую среду.

В этой связи высокотехнологичным явлением было бы использование биологической переработки навоза и стоков, при этом продуктами переработки являются высококачественные обезвреженные удобрения, а также электрическая и тепловая энергия. Решая поставленные задачи, можно ликвидировать значительную часть выбросов в атмосферу (в особенности свинокомплексов и птицефабрик), существенно снизить экологические риски по загрязнению подземных а и открытых водоемов, получить удобрения для сельского хозяйства и энергосурсы из отходов. В целом энергетический потенциал отходов животноводства и переработке в биогазовых комплексах в РБ может составить до 2 млн. т у.т. в год. Несомненным и часто неучитываемым преимуществом использования (технологий при переработке навоза является получение качественных удобрений - эффлюента. Исследования, проведенные учеными НАН Беларуси, свидетельствуют, что использование анаэробной переработки отходов животноводства в биогазовых комплексах позволяет увеличить урожайность выращиваемых сельскохозяйственных культур на 15-20 % (табл. 1) [1].

Таблица 1. Влияние удобрений на урожайность зеленой массы кукурузы

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Окупаемость удобрений, кг зеленой массы	
			1 т орг. уд.	1 кг NPK
Без удобрений	371	-	-	-
N ₉₀ + 60P ₆₀ K ₁₄₀	550	179	-	51
Жидкий навоз КРС, 75 т/га	562	191	255	43
Жидкий навоз КРС, 150 т/га	662	291	194	32
Куриный помет, 15 т/га	555	184	1227	28
Куриный помет, 30 т/га	651	280	933	21
Эффлюент, 30 т/га	559	188	627	54
Эффлюент, 60 т/га	660	289	482	41

При анаэробной переработке навоза в его составе уничтожаются семена сорных растений, снижается уровень загрязненности возбудителями болезней, что позволяет снизить пестицидную нагрузку на окружающую среду и даже отказаться от их использования при длительном применении биоудобрений.

Биоэнергетика. Традиционным видом и ВИЭ в Беларуси является использование древесного топлива. Высокая лесистость территории Беларуси (около 40 %) обеспечивает ежегодный прирост древесных ресурсов в объеме 30-32 млн. м³. Из этого количества на хозяйственные нужды (деревопереработку, заготовку дров, отходы лесозаготовки) используется около 19,2 млн. м³, остаются неиспользуемыми до 10 млн. м³, которые практически утрачиваются.

С целью повышения эффективности использования лесных ресурсов в энергетических целях необходимо расширить применение таких видов древесного топлива, как топливная щепка, брикеты и пеллеты. При этом обязателен переход на новые прогрессивные технологии сжигания в псевдосжиженном слое, технологии предварительной газификации и др. в агрегатах, которые обеспечивают максимальный КПД при современном компьютерном управлении процессами.

Коммунальные отходы. В последние 15 лет в Беларуси наблюдается постоянный рост объемов образования твердых коммунальных отходов (ТКО). Показатель удельного образования ТКО за этот период увеличился с 0,485 кг/чел. в день до 1,5 кг/чел. в день, то есть более чем в 3 раза. Основная часть образующихся отходов захоранивается на полигонах ТКО.

Всего в Беларуси насчитывается 175 полигонов ТКО, которые обслуживают областные и районные центры, а также крупные поселки городского типа. В каждом районе имеется один, реже 2-3 таких полигона. Централизованным вывозом коммунальных отходов охвачены также все сельские населенные пункты, для обслуживания которых созданы мини-полигоны.

В то же время использование ТКО как источника энергии путем сбора образующегося биогаза позволяет получить энергетический, экологический и экономический эффект.

Энергетический потенциал биогаза, образующегося из ТКО, в Беларуси оценивается в 480 тыс. т у.т. в год. Тем не менее его использование сегодня затруднено в силу ряда факторов. В первую очередь на развитие данного сектора энергетики влияет то, что большинство мест складирования ТКО не оборудовано должным образом (отсутствуют «продувка», противифльтрационные экраны и внешняя изоляция).

Существующие нормативные правовые акты, регламентирующие устройство полигонов ТКО (СанПиН № 2.1.7.12-9-2006 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых коммунальных отходов» и др.), не содержат требований по их оборудованию системами сбора и отведения биогаза. Внесение изменений в стандарты строительства полигонов твердых коммунальных отходов на сельских территориях Беларуси может позволить использовать их энергетический потенциал, повысить эффективность проектов и инвестиционную привлекательность этого сектора энергетики.

Ветроэнергетика. Совершенствование современной ветроэнергетики идет по пути увеличения единичной мощности ветроагрегатов, более эффективного использования ветропотенциала с низкими скоростями (2,5-3 м/с), что в значительной степени расширяет возможности использования ветроэнергетики в Беларуси. Исследования, выполненные в НАН Беларуси [1], позволили определить 22 административных района страны, наиболее перспективных для внедрения ветроустановок.

На площадке, выбранной еще в конце 1990-х гг. и расположенной недалеко от д. Грабники Новогрудского района, в марте 2011 г. была введена в эксплуатацию первая в Беларуси ВЭУ мегаваттного класса (1,5 МВт). Непосредственно в месте возведения ВЭУ абсолютная высота плато составила 315 м. На расстоянии 1,5-2 км расположена гряда холмов с перепадом высот по направлениям (В, СВ, С, СЗ, З). Следует отметить, что на протяжении более четырех лет наблюдений был достаточно стабильный ветер: максимальная средняя скорость зимой (декабрь) - 8,2 м/с, минимальная - летом (июль) - 5,73-5,91 м/с. В осенний период (сентябрь – ноябрь) - от 7,0 до 7,97 м/с. Среднегодовая выработка ВЭУ за несколько лет наблюдений составила 4 млн. кВт·ч. Стабильность ветра в зоне работы ветроустановки подтверждает постоянная выработка электроэнергии, наблюдается высокий коэффициент использования установленной мощности установки, который равен 30,5 % при проектном 24,2 %. Среднечасовая мощность ВЭУ почти в 1,7 раза больше проектной. При этом рабочий коэффициент источника равен 75% (0,75) [1-2].

Благодаря высокой эффективности работы ВЭУ 1,5 МВт в д. Грабники на той же площадке в июле 2016 г. ввели в эксплуатацию первый в Беларуси ветроэнергетический парк (ВЭП) из 5 ВЭУ по 1,5 МВт. Вместе с ВЭУ мощность всего парка составляет 9 МВт. ВЭП строился в две очереди, ветряки возводились в рамках проекта международной технической помощи «Зеленая экономика в Беларуси», Евросоюз выделил на строительство ВЭП 5 млн. евро. Пять вновь построенных ВЭУ и одна, введенная еще в 2011 г., связаны кабельными линиями 10 кВ с построенной подстанцией 110/35/10 кВ «Ветропарк», на которой смонтированы два трансформатора по 10 МВ·А каждый. Через эту подстанцию осуществляется связь ветроэлектростанции с электрической сетью энергосистемы.

Электроэнергия, вырабатываемая экологически чистым источником, уже начала поступать в сеть Гродненской энергосистемы. Как известно, одна ВЭУ мощностью 1 МВт за 20 лет эксплуатации может позволить сэкономить около 30 тыс. т угля, или 92 тыс. баррелей нефти, или 22,8 млн. м³ природного газа [2]. По расчетам Министерства энергетики Беларуси, новая электростанция будет производить в год около 22 млн. кВт·ч, что позволит энергосистеме использовать энергию ветра и экономить ежегодно 4,516 тыс. м³ природного газа на сумму 935,8 тыс. долл. На данный момент электростанция работает в экспериментальном режиме.

В табл. 2 приведены технико-экономические показатели ВЭП Новогрудского района[2].

Таблица 2. Техничко-экономические показатели ветроэнергопарка Новогрудского района

Наименование	ПС 110 кВ «Ветропарк»	ВЛ 35-110 кВ	ВЭП
Напряжение, кВ	110	110	-
Установленная мощность, кВт	-	-	7500
Общее число часов использования установленной мощности, ч/год	-	-	24600
Годовой отпуск электроэнергии, млн. кВт·ч	-	-	17,95
Продолжительность строительства, месяцев	12	5	12

В условиях Беларуси рекомендуется использовать ветроагрегаты мощностью 1-2,5 МВт и высотой башни не менее 80 м. С учетом этого выработка электроэнергии на указанных территориях составит до 9 млрд. кВт·ч и позволит заместить 1100 тыс. т у.т. в год. Себестоимость электроэнергии может составить 5-7 цент./кВт·ч, а срок окупаемости установок не превысит 6 лет[1,2].

Солнечная энергетика. До недавнего времени основным направлением использования энергии солнца преимущественно рассматривались гелиоводонагреватели и различные гелиоустановки для интенсификации процессов сушки продукции и подогрева воды в сельскохозяйственном производстве, а также в бытовых целях. За последние годы рынок солнечных фотоэлементов показал существенный рост. Это отразилось на стоимости панелей, а значит, и на эффективности инвестирования в такие проекты. По данным исследовательской организации PVxChange, которая с 2009 г. анализирует работу более 9 тыс. агентов рынка фотоэлектрических панелей, стоимость солнечных модулей продолжает быстро снижаться. Если в начале 2010 г. удельная стоимость 1 Вт_{пик} составляла 1,95 евро, то сегодня эта величина на уровне 0,57 евро/Вт_{пик} (снижение практически в 3,5 раза за 5 лет).

На фоне значительного снижения стоимости фотоэлектрических панелей в перспективе в Беларуси прогнозируется значительный рост внедрения фотоэлектрических станций. Результаты расчетов показали, что при условии действующей государственной поддержки, которая осуществляется сейчас в Республике Беларусь, срок окупаемости солнечных энергетических установок составляет около 9 лет [1,3].

Гидроэнергетика. В соответствии с Государственной программой строительства в 2011-2015 годах гидроэлектростанций в Республике Беларусь, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17 декабря 2010 г № 1838, в стране должно быть построена и реконструировано 33 гидроэлектростанции суммарной мощностью 102,1 МВт, в том числе 20 микро ГЭС мощностью до 100 кВт, 9 малых и мини-ГЭС мощностью от 100 кВт до 10 МВт и 4 крупных ГЭС мощностью свыше 10 МВт. Общая годовая выработка упомянутых станций достигнет 463 млн. кВт·ч. При вводе данных ГЭС в эксплуатацию суммарная годовая экономия топлива составит 120 тыс. т у.т. [2].

Надо сказать, что основной гидроэнергетический потенциал РБ сосредоточен на трех реках: Западной Двине, Немане и Днепре. На Западной Двине намечено сооружение каскада из четырех ГЭС: Верхнедвинской, Полоцкой, Бешенковичской и Витебской. Мощности этих станций указаны в табл.3.

Таблица 3. Каскад ГЭС на реке Западная Двина

Название ГЭС	Мощность ГЭС, МВт
Верхнедвинская	29,0
Полоцкая	23,0
Бешенковичская	30,5
Витебская	40,0
ИТОГО	122,5

На реке Неман намечено сооружение каскада из двух ГЭС: Гродненской и Немновской, мощности которых указаны в табл.4.

Таблица 4. Каскад ГЭС на реке Неман

Название ГЭС	Мощность ГЭС, МВт
Гродненская	17,0
Немновская	20,5
ВСЕГО:	37,5

На реке Днепр намечено сооружение каскада из трех ГЭС: Оршанской, Шкловской и Могилевской. Мощности ГЭС указаны в табл.5.

Таблица 5. Каскад ГЭС на реке Днепр

Название ГЭС	Мощность ГЭС, МВт
Оршанская	4,9
Шкловская	5,5
Могилевская	5,0
ВСЕГО:	14,9

Проведем оценку показателей работы Гродненской ГЭС. За 2014 год электростанция выработала 86,603 млн. кВт·ч электроэнергии. Среднечасовая нагрузка ГЭС за время эксплуатации составила 9,89 МВт или 58,15% от установленной мощности 17 МВт. Таким образом, коэффициент использования установленной мощности на ГЭС за год оказался выше проектного значения (56,67 %) и составил 1,026 от него. Необходимо отметить, что оборудование ГЭС работало надежно. На станции 5 действующих гидроагрегатов, при этом за первые полгода эксплуатации планово по очереди отключались все агрегаты (общее время отключений - 32 дня), неплановые отключения всех агрегатов за этот период составили 8 сут. Все гидроагрегаты выработали практически одинаковое количество электроэнергии: наибольшая выработка составила 18804,7 тыс. кВт·ч (турбина 2), наименьшая - 16358,6 тыс. кВт·ч (турбина 1). Таким образом, максимальный коэффициент неравномерности загрузки гидроагрегатов составил 1,15, что подтвердило высокую надежность оборудования ГЭС. В самом начале эксплуатации гидроэлектростанции состоялась проверка основных показателей работы гидротурбин и гидрогенераторов - мощности и КПД, а также были проведены

необходимые измерения, которые осуществлялись персоналом пусконаладочных организаций совместно со специалистами фирмы-изготовителя и эксплуатационниками. Анализ измерений подтвердил высокое качество оборудования[2].

Методы исследований: анализ, синтез, монографический и вариантов.

Результаты исследований

Решающим преимуществом в пользу использования ВИЭ является отсутствие использования ископаемого топлива при производстве энергии, а также полное отсутствие выбросов (в случае ветроэнергетики, гидро - и солнечной энергетики) или же «нулевой эмиссии» в случае сжигания биомассы и биогаза. В связи с этим расширение использования ВИЭ будет приводить к снижению выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов в окружающую среду.

Экологическая составляющая при использовании ВИЭ отражается и на экономических показателях. При работе биогазового комплекса, экологические аспекты, например рост урожайности обрабатываемых сельскохозяйственных культур, снижение нагрузки на очистные сооружения, снижение экологических налогов и др., могут обеспечить до 25 % получаемого дохода. Действие экологических факторов будет проявляться все сильнее, что связано с постепенным ужесточением стандартов в области охраны окружающей среды.

Экономические расчеты показывают, использование ВИЭ в большинстве своем характеризуется относительно невысокой себестоимостью вырабатываемой электроэнергии (табл. 6).

Таблица 6. Экономические характеристики функционирования установок ВИЭ

Вид ВИЭ	Удельные капитальные затраты, долл./кВт	Срок окупаемости, лет	Себестоимость электроэнергии, цент./кВт-ч
Твердая биомасса	2500-4000	5-6	4,2-7
Биогаз (с/х)	3500-5000	7	5,2-8,5
Биогаз (ТКО)	4500-5500	8	9
Ветроэнергетика	1450-2200	6	4,9-6,8
Солнечная энергетика	1500-3000	8	24-28
ГРЭС (на газу)	1567-3400	5 -15	6-7
Гидроэнергетика	1050-7650	3-15	2,6-3

Примечание. Одноставочный тариф для промышленных потребителей составляет 12,9 цент./кВт-ч, для сельхозпотребителей - 9,8 цент./кВт-ч.

Некоторый интерес представляет анализ себестоимости энергии, выработанной на гидроэлектростанциях, находящиеся на балансе РУП «Гродноэнерго». Так, у малых ГЭС области она составляет 2,95 цента/кВт-ч; у Гродненской ГЭС - 2,6 цента/кВт-ч. При этом следует отметить, что в структуре себестоимости электроэнергии малых ГЭС до 50 % составляет доля зарплаты, а основную часть себестоимости электроэнергии Гродненской ГЭС (73 %) определяет амортизация основных фондов. Кроме того, себестоимость электроэнергии, выработанной на ГЭС, в несколько раз ниже, чем произведенной на тепловых электростанциях[2].

В рамках проекта «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь», рассчитанного на 2012—2016 года, в сельской местности РБ

строятся энергоэффективные жилые дома. Под Минском в деревне Гонолес построен первый в республике не просто энергосберегающий, но и активный дом. Здание производит энергию для собственных нужд больше чем необходимо. Участниками реализации проекта под названием «Энергодом» стали более двух десятков белорусских и зарубежных компаний, работающих в Республике Беларусь. В течение трех лет объект будет выставочным модулем. В результате экспозиционный вариант двухэтажного здания общей площадью 190 кв. м обошелся в 300 тыс. долларов (1,5 тыс. долл. за кв. м). Энергодом полностью автономен – электричество вырабатывают солнечные батареи, отопление и горячее водоснабжение обеспечивает геотермальный насос. Этот же агрегат в летний период дает холодную воду для кондиционирования помещений. В здании имеется принудительная вентиляция с рекуперацией (использованием тепла отработанного воздуха). Впервые в Беларуси в этой системе использована установка, позволяющая возвращать влагу в воздух. При работе отопления в комнатах поддерживается не только оптимальный температурный режим, но и комфортная влажность. Дом сооружен из деревянного каркаса, экологически чистых цементно-стружечных плит российского производства и особого утеплителя. Возвести такую конструкцию можно за полтора-два месяца. В экспозиционном образце использованы энергосберегающие окна белорусского производства со специальным покрытием, пропускающим ультрафиолет и отражающим инфракрасное излучение, что позволяет теплу оставаться внутри. В здании используется светодиодное освещение – самое экономичное и экологически нейтральное. Звукоизоляция перегородок и пола выполнена из такого материала, который дает акустический комфорт, а также гарантирует пожарную безопасность. Специалисты подсчитали, что затраты на отопление и поддержание комфортного уровня жизни в энергодоме будут в 10 раз меньше, чем в обычном.

Обсуждение результатов

Материалы выполненных научных исследований прошли апробацию на научно-исследовательских конференциях [4-5]:

1. Актуальные проблемы экономического развития Казахстана в условиях глобализации: материалы Республиканской научно-практической конференции, посвященной 50-летию образования экономического факультета, г. Астана, 17 мая 2013 г. Т. 1 / Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина.- Астана: КАТУ им. С. Сейфуллина, 2013.

2. Научно-инновационная деятельность в агропромышленном комплексе: на VII-ой Международной научно-практической конференции (Минск, май 2015 г.)

Выводы

1. На сельских территориях Республики Беларусь сохраняется тенденция роста объемов производства электрической и тепловой энергии за счет возобновляемых источников.

2. Сельские территории Республики Беларусь обладают значительным потенциалом использования возобновляемых источников энергии, который позволяет уже в ближайшее время существенно сократить объемы импортируемого углеводородного топлива для АПК.

3. При замещении возобновляемыми источниками энергии энергетических мощностей, использующих углеводородное топливо, существенно снижается нагрузка на окружающую среду сельских территорий Беларуси.

4. С каждым годом в сельской местности Республики Беларусь повышается уровень конкурентоспособности возобновляемой энергетики по отношению к другим видам производства энергии, а экологические факторы существенно повышают ее экономическую эффективность.

5. Использование возобновляемых источников энергии вместо ископаемого углеводородного топлива будет способствовать повышению энергетической и экологической безопасности АПК Республики Беларусь.

6. Требуется совершенствование ряда нормативных документов, проведение научных исследований, технико-экономических обоснований, проектных работ и реализация проектов по расширению объемов распределенной генерации на сельских территориях в Республике Беларусь в соответствии с достигнутыми успехами в данной области в ряде зарубежных стран.

7. Случайный характер распределения по времени и мощности солнечного излучения и ветра как источников генерации, невозможность их концентрации по месту в больших объемах и необходимость режимного и иного взаимодействия с действующими энергоисточниками и системами электроснабжения требуют специфического подхода при разработке концепций и реализации этапов интеллектуальной сети, включающей распределенную генерацию.

8. Поскольку выбор определенных видов ВИЭ является основным критерием при обосновании энергоэффективности любого технологического процесса, требующего энергообеспечения, его следует организовывать строго на научной основе, заменяя традиционные источники энергии только там, где это наиболее эффективно.

Літэратура

1. *Белый О.А.* Возобновляемая энергетика – основа будущей экономической и экологической безопасности страны/ О.А. Белый, А.Е. Бернацкий, С.В. Завьялов // Энергетика и ТЭК. - 2016. - № 9. - С.39-43.

2. *Дорофейчик А.Н.* Энергетика Новогрудчины / А.Н. Дорофейчик // Энергетика и ТЭК. - 2016. - № 7/8. - С.18-21.

3. *Короткевич А.М.* Исследование экономической целесообразности строительства и эксплуатации фотоэлектрических станций в Республике Беларусь / Короткевич А.М., Куксов А.С., Буркин В.М. // Энергетическая Стратегия - 2015. - № 3. - С.23-29.

4. *Королевич Н.Г.* Основные пути повышения энергетической эффективности АПК Республики Беларусь/ Н.Г. Королевич, И.А. Оганезов, И.И. Гургенидзе // Актуальные проблемы экономического развития Казахстана в условиях глобализации: материалы Республиканской научно-практической конференции, посвященной 50-летию образования экономического факультета, г. Астана, 17 мая 2013 г. Т. 1 / Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина.- Астана: КАТУ им. С. Сейфуллина, 2013.- С.49-53.

5. *Королевич Н.Г.* Эффективность использования гидроэнергетики на сельских территориях Республики Беларусь / Королевич Н.Г., Оганезов И.А., Гургенидзе И.И. //Формирование организационно-экономических условий эффективного функционирования АПК: сборник научных статей 7-й Международной научно-практической конференции (Минск, 28-29 мая 2015 г.) / ред. колл. Г.И. Гануш [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2015. - С. 152-157.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF USE UNCONVENTIONAL ENERGY RESOURCES IN RURAL TERRITORIES OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Annotation

The tendencies of development of renewable energy, the current use of the potential of renewable energy in Belarus, a significant part of which is available in rural areas. Submitted to the economic characteristics of the most promising types of renewable sources of energy for Belarus. Recommendations for further development of this energy sector in our country.

УДК 631.362:633.55

Романюк Н.Н., Сашко К.В., Горный А.В., Есипов С.В.

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ КОНВЕКТИВНЫХ ЗЕРНОСУШИЛОК

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы, связанные с сушкой зерна конвективным способом. Предложены оригинальные конструкторские решения по модернизации сушилок, позволяющие увеличить толщину слоя высушиваемого материала, уменьшить скорость его передвижения вниз по наклонным перфорированным полкам и увеличить время воздействия сушильного агента, что обеспечит выполнение всего технологического процесса сушки, повысит производительность, надежность и эффективность работы зерносушилки.

Ключевые слова: зерно, конвективная зерносушилка, лопастной винт, оригинальная конструкция, конвекция, активные рыхлители, обрабатываемый материал, решетчатая поверхность.

Введение

Сушка, досушивание и активное вентилирование зерновых масс является одним из энергоемких процессов, требующих сложной и дорогостоящей материальной базы. В Республике Беларусь ежегодно требуют сушки или досушивания до 80% намолачиваемого зерна при его последующей обработке. На осуществление этих ресурсоемких процессов приходится 30 – 50% расхода топлива, 15 – 25% металла, до 10% трудозатрат и 85–90% электроэнергии от общих затрат на производство зерна. В настоящее время в сельскохозяйственных предприятиях республики имеется около 3,3 тыс. зерноочистительно-сушильных комплексов и 1,3 тыс. отдельно установленных зерносушилок. Однако срок службы большинства комплексов и входящих в них машин и оборудования превысил 15 лет. Они не способны в требуемые агротехнические сроки осуществить обработку выращенного зерна. В результате дефицит зерноочистительно-сушильных мощностей в республике составляет около 30 % [1]. Поэтому разработка и освоение производства на предприятиях Республики Беларусь техники для послеуборочной обработки, хранения зерна и семян является важной задачей продовольственной безопасности страны.