



УДК 631:620.97

ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ НА БАЗЕ ЭНЕРГОЭКОНОМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

ТИХОМИРОВ А.В.,
канд. техн. наук,

МАРКЕЛОВА Е.К.,
канд. техн. наук,

УХАНОВА В.Ю.,
канд. техн. наук

Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства,
1-й Вешняковский проезд, 2, Москва, 109456, Российская Федерация, e-mail: viesh@dol.ru

Представили анализ состояния и эффективности использования систем энергообеспечения в сельском хозяйстве. Показали, что износ сетей и энергооборудования превышает 30 процентов, а коэффициент полезного использования топлива составляет не более 35 процентов. Отметили, что значительная часть территории страны (в основном северная) не имеет централизованного энергоснабжения. Для нее в большей степени эффективны децентрализованные комбинированные системы с широким использованием возобновляемых источников энергии и местных энергоресурсов. Обосновали необходимость разработки методологии и рекомендаций по выбору эффективных систем и технических средств энергообеспечения сельских объектов с учетом их места расположения, величины нагрузки, удаленности от централизованных сетей. Важнейший показатель энергоэффективности – энергоемкость продукции и доля энергозатрат в себестоимости. Показали резервы энергосбережения, включающие разработку энергоэффективных технологий и технических средств, ряд из которых уже разработан (оборудование для освещения, микроклимата, первичной обработки и хранения продукции, обеззараживания) или находится в стадии завершения. Их реализация в сельхозпроизводстве позволит значительно повысить эффективность использования топливно-энергетических ресурсов и снизить энергозатраты. Выявили условия, при которых важно наиболее эффективно использовать децентрализованные системы энергоснабжения. Привели характеристики оборудования и особенности его использования в сельхозпредприятиях. Разработали предложения и первоочередные мероприятия по совершенствованию и модернизации систем энергообеспечения на селе.

Ключевые слова: энергоэффективность, снижение энергозатрат, энергоемкость производства, энергоснабжение.

При разработке новых технологий и образцов техники важно повышать их энергоэффективность, то есть снижать энергозатраты и энергоемкость производства, отрицательно влияющие на себестоимость производимой продукции [1. 2].

Эффективность энергообеспечения сельских потребителей, затраты на энергоресурсы, а следовательно, и энергоемкость сельхозпродукции во мно-

гом определяются принятой системой энергоснабжения, используемыми энергоносителями, энергоэффективным оборудованием и величиной энергопотерь. Поэтому обоснование и выбор рациональной системы энергоснабжения конкретных объектов (или ее модернизация), адаптированной к местным условиям и наличию энергоресурсов, – важнейшая задача для реализации систем энергообеспечения на селе.

Энергосистемы сельского хозяйства России сильно устарели: износ распределительных электрических сетей превышает 30%, подстанций – 45%; 40% тепловых сетей требуют ремонта, 15% находятся в аварийном состоянии. Потери в распределительных электрических сетях достигают 15-20%, а в ряде случаев превышают 20%; коэффициент полезного использования топлива на уровне конечного потребителя в системах централизованного теплоснабжения составляет 30-40% [3].

Значительная часть территории России не имеет централизованного электроснабжения. Подключение же к централизованным электрическим системам затруднено из-за больших капитальных затрат и тарифов, отсутствия средств на прокладку дорогостоящих теплосетей и сооружение линий электропередачи. Это означает, что обеспечить электроэнергией и теплом потребителей, расположенных на этих территориях, наиболее целесообразно с помощью децентрализованных систем и оборудования малой энергетики. В настоящее время проблемы энергоснабжения (в первую очередь электроснабжения) решают, устанавливая дизельные электростанции, но это далеко не оптимальный вариант.

При низкой плотности нагрузки в зонах точечной застройки малонаселенной сельской местности, в отдаленных, труднодоступных и малоосвоенных районах с высокими капитальными затратами на тепловые и электрические сети, большими потерями энергии в протяженных сетях, дорогостоящей завоза жидкого топлива важное значение приобретает реализация систем малой энергетики на базе децентрализованных и комбинированных источников энергоснабжения с использованием местных и возобновляемых энергоресурсов.

Причинами низкой эффективности энергообеспечения считаются несовершенство и низкий технический уровень сетей и оборудования, слабое применение децентрализованных систем энергообеспечения и средств малой энергетики, которые для многих потребителей (особенно удаленных) более выгодны, а в ряде случаев и безальтернативны. Местные энергоресурсы из-за устаревших технологий используются мало и неэффективно.

В настоящее время разрабатываются эффективные системы и средства автономного энергообеспечения с использованием газа, местных и возобновляемых энергоресурсов. Их можно применять на стадии проектирования новых фермерских хозяйств, ЛПХ, объектов животноводства, в растениеводстве и переработке, где очень важен выбор эффективной системы энергообеспечения.

Цель исследований – определение первоочередных энергосберегающих мероприятий.

Материалы и методы. Важная задача заключается в разработке методологии и рекомендаций по выбору и обоснованию эффективных систем и технических средств энергообеспечения характерных сельских объектов с учетом места их расположения, величины электрической и тепловой нагрузки, расстояния от централизованных сетей энергообеспечения и наличия местных энергоресурсов.

Это необходимо и при модернизации используемых систем и оборудования на действующих объектах.

Обоснованный выбор оптимальной системы централизованного или автономного энергообеспечения проектируемых объектов, модернизация действующей системы конкретных эксплуатируемых объектов (потребителей энергии) позволят наиболее рационально использовать энергоресурсы (традиционные, нетрадиционные, местные, возобновляемые), снизить энергозатраты, а следовательно, и энергоемкость производимой продукции и ее себестоимость за счет сокращения энергетической составляющей в ее структуре).

Результаты и обсуждение. В таблице представлены усредненные показатели энергоемкости производства основных видов сельхозпродукции в животноводстве, включая энергозатраты на корма, и долю энергозатрат в себестоимости (2011 г.).

Таблица				
ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИИ				
Виды продукции	Электроэнергия, кВт·ч/ц	Топливо (теплота), кг у.т./ц	Суммарные энергозатраты (энергоемкость), кг у.т./ц	Доля энергозатрат в себестоимости продукции, %
Молоко	34	19	23	34,5
Свинина	250	190	220	26,5
Говядина	170	80	100	12,0
Яйца (1000 шт.)	95	28	38	34,0
Зерновые	13	12	14	31,5

В последние годы энергоемкость сельхозпроизводства снижалась, но доля энергозатрат в себестоимости неуклонно возрастала. Так, при действующих ценах (2011 г.) на энергоносители стоимость потребленных энергоресурсов в себестоимости основных видов сельхозпродукции в среднем составляла 26-35% (в 1985-1990 г. – 7-15%). Высокие показатели энергозатрат свидетельствуют об опережающем росте стоимости энергоносителей и низкой

эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, что отрицательно сказывается на себестоимости продукции.

Поэтому энергетическая политика на селе должна быть направлена на совершенствование структуры топливно-энергетического баланса с обоснованием рациональных потребностей села в энергоресурсах на ближайшую и среднесрочную перспективу, освоение новых видов топлива и энергии, разработку и внедрение энергоэффективных технологий и техники, рационализацию и модернизацию систем обеспечения топливом и электроэнергией, включая широкое использование децентрализованных систем, местных и возобновляемых энергоресурсов.

Большие резервы энергосбережения, снижения энергозатрат и энергоемкости продукции заложены в освоении энергоэффективных электро- и теплотехнологий, электротехнологических процессов и оборудования в стационарных технологиях.

Прежде всего это относится к обеспечению микроклимата, освещения и облучения при хранении и переработке продукции, обработке зерна и подготовке семян, для борьбы с сорняками, обеззараживания. Они необходимы в овощеводстве закрытого грунта, при приготовлении кормов, а также в мобильных процессах растениеводства, включающих минимальную обработку почвы, использование комбинированных широкозахватных агрегатов, систем точного управляемого земледелия.

В сельскохозяйственной стационарной энергетике доля тепловых процессов очень велика – более 50%. Поэтому совершенствование систем теплоснабжения и обеспечения микроклимата, создание теплоэнергетического оборудования, повышающих эффективность использования топлива и электроэнергии, позволят сэкономить значительные объемы энергоресурсов, снизить энергоемкость и себестоимость продукции.

Подтвердил свою эффективность принцип децентрализации энергоснабжения ферм и других объектов: встраивание энергетических установок в отдельные помещения для непосредственного обеспечения энергией технологических процессов. Чаще всего для этого используют электрифицированные или газифицированные установки, что позволяет избавиться от протяженных электрических, тепловых и газовых сетей и значительно уменьшить потери энергии. Для таких систем предусмотрено энергетическое оборудование: инфракрасные электрические и газовые обогреватели, емкостные и проточные электроводонагреватели, конвекторы, теплопарогенераторы, утилизаторы.

В системах теплоэнергообеспечения высокой энергоэффективностью обладают такие техноло-

гические процессы, как утилизация выбросного тепла и использование тепловых насосов. Результаты исследований и испытаний этого оборудования подтверждают их энергоэффективность: их реализация позволит экономить до 40% затрат энергии на отопление и микроклимат [4]. Их использование в процессах обогрева и вентиляции животноводческих помещений, охлаждения молока и нагрева воды наиболее эффективно и имеет большую перспективу.

Кроме этого, тепловые насосы найдут свое применение в системах энергоснабжения предприятий защищенного грунта, фермерских хозяйств, хранения продукции в соответствии с конкретными условиями объектов.

Важное энергоэффективное направление – совершенствование систем освещения помещений с использованием резонансной системы электроснабжения, облучения растений и животных на базе новых осветительных приборов с лампами высокой световой отдачи и большим сроком службы (компактными люминесцентными, светодиодными, металлогалогенными, натриевыми), которые снижают потребление электроэнергии и служат в 2-6 раз дольше, чем лампы накаливания [5].

Разрабатываемые в последнее время электротехнологии и электротехнологические процессы, нанотехнологии и электрофизические методы воздействия на биообъекты (растения, семена, животных, птицу, производимую продукцию, воздушную среду, почву, корма, воду) имеют большую перспективу в плане как получения новых свойств и качеств материалов и среды, так и значительного сокращения энергозатрат, экономии топливно-энергетических ресурсов и снижения энергоемкости сельхозпродукции.

Возросла потребность в создании и использовании децентрализованного (автономного) энергообеспечения различных предприятий, включая сельскохозяйственные.

Этому способствуют следующие обстоятельства:

- превышение спроса на энергию (в ряде регионов имеет место дефицит энергии);
- резкое увеличение стоимости (тарифов) на электрическую, тепловую энергию и топливо, поставляемые энергоснабжающими организациями, что вызывает значительное возрастание энергетической составляющей в себестоимости сельхозпродукции;
- снижение надежности энергоснабжения и качества энергии (увеличение числа и продолжительности отключений), что влечет за собой рост ущерба, особенно в теплицах, на птицефабриках, комплексах, фермах, в хранилищах и на перерабаты-

вающих предприятиях;

- значительное возрастание платы за подключение новых мощностей и выполнение предъявляемых технических требований энергоснабжающей организации, что для многих потребителей становится практически не выполнимым;

- необходимость комплексного энергоснабжения (электрической и тепловой энергией) многих сельскохозяйственных объектов;

- наличие во многих регионах и хозяйствах местных энергоресурсов: биомассы, отходов животноводства, растениеводства, лесного хозяйства, масличных культур, развитие технологий их переработки в качественное жидкое топливо и газ, которые могут использоваться в децентрализованных системах для выработки электрической и тепловой энергии, что повышает КПД использования топлива;

- сверхнормативные потери энергии при ее передаче.

При этом открываются возможности:

- снижения стоимости вырабатываемой энергии, срока окупаемости капиталовложений и продажи излишков энергии;

- работы энергетического оборудования на различных видах топлива – как вырабатываемого на местах, так и поставляемого централизованно (газ, дизельное топливо, биотопливо);

- переоборудования имеющихся котельных в мини- и малые ТЭЦ.

Внедрение децентрализованных систем комплексного энергоснабжения, выбор той или иной системы и оборудования зависят от потребностей объекта в объемах и видах энергии, местных условий и наличия собственных энергоресурсов, возобновляемых источников, расстояния до системы централизованного энергоснабжения. Их определяют сравнительным технико-экономическим расчетом вариантов.

Эти условия требуют разработки различных типов децентрализованных систем и оборудования. Учитывают следующие показатели [6]:

- производительность;
- используемое топливо, наличие местных и возобновляемых ресурсов;

- график сезонной и суточной тепловой и электрической нагрузки потребителей.

Децентрализованные системы могут включать различное энергетическое оборудование:

- дизельные электростанции, наиболее распространенные до настоящего времени;

- мини-ТЭЦ на базе когенерационных агрегатов, вырабатывающие электрическую и тепловую энергии (в когенерационных установках могут использоваться газопоршневые, газотурбинные, газодизельные агрегаты);

- комбинированные установки (дизель-генератор + ветро-солнечная установка).

Пока, в отличие от европейских стран, в России статус когенерационных агрегатов в энергосистемах не установлен, и это тормозит их использование.

Тем не менее наметился рост строительства децентрализованных комбинированных установок электро- и теплоснабжения, устанавливаемых как в существующих отопительных котельных, так и на строящихся производствах в связи с тем, что в последние годы развивается малый и средний бизнес, требующий дешевых и надежных источников энергии. В большинстве случаев удаленность от производителя энергии делает централизованное энергообеспечение мелких и средних предприятий экономически не выгодным. Выработка электроэнергии на собственных энергоустановках в блоке с сопутствующей утилизацией тепла для удовлетворения своих потребностей в электрической и тепловой энергии повышает эффективность предприятий.

Когенерационная установка – альтернатива существующей системе энергоснабжения. Она представляет собой агрегат по комплексному производству тепла и электроэнергии, получаемых при сжигании газового, жидкого или твердого топлива. Природный газ остается основным топливом, но есть возможность и примеры применения альтернативных видов топлива, прежде всего различных видов биогаза, биодизеля, смесового топлива, генераторного и пиролизного газа, что в перспективе при производстве и внедрении соответствующего оборудования многократно увеличит объемы их использования в сельской энергетике.

Выбор рациональной системы энергоснабжения для конкретных сельскохозяйственных потребителей (хозяйств, предприятий, отдельных объектов) должен осуществляться на основе энергетической и экономической оценки вариантов с учетом региональных особенностей, наличия местных энергоресурсов, состояния (наличия) централизованной системы и действующих тарифов, требуемой мощности, а также графиков электрической и тепловой нагрузки (дневного, сезонного).

В целях снижения затрат на электроснабжение важно перевести ряд крупных и средних объектов на дифференцированную по времени суток систему учета электроэнергии. Используя установленные во многих регионах пониженные (до 50%) ночные тарифы, целесообразно выбор энергооборудования и перестройку производства осуществлять так, чтобы, перераспределив нагрузки, снизить дневное и увеличить ночное электропотребление [5].

Практическая методика для оценки целесообразности перевода объектов на двухтарифный учет потребления электроэнергии позволяет опре-

делить те объекты, где будет обеспечен экономический эффект, и уточнить, какие мероприятия по перестройке производства следует осуществить.

Энергетическая оценка создаваемых энергоэффективных систем и средств энергообеспечения, а также энергосберегающих мероприятий помогает выявить потенциальные возможности экономии потребления и замещения традиционных энерго-ресурсов (газа, угля, нефти, электроэнергии).

Выводы. В ходе структурного анализа состояния энергетической базы села, парка энергетического оборудования, разработки предложений по модернизации энергетических систем и образцов энергетических средств определены первоочередные энергосберегающие мероприятия, к которым относятся:

- совершенствование и модернизация систем и средств электроснабжения (включая новый магистральный принцип построения и использования резонансной системы передачи электроэнергии) для повышения их надежности, устойчивости, экономичности, качества энергии, что обеспечивает снижение потерь энергии в сетях на 35-40% и ее экономии до 10%;

- повышение эффективности использования топлива и энергии в наиболее энергоемких тепловых процессах содержания животных и птицы, включая утилизацию тепла, применение тепловых насосов, аккумуляцию тепла, комбинированную выработку тепловой и электрической энергии, местный обогрев, что позволит снизить затраты энергии в данных процессах на 30-40%;

- разработка и освоение систем и средств «малой энергетики» на базе использования местных энергоресурсов, отходов сельхозпроизводства в децентрализованных системах энергообеспечения, замещение традиционных ископаемых видов то-

плива;

- разработка и реализация технологий переработки биомассы и сельскохозяйственных отходов в газообразное и жидкое топливо (биодизель, биоэтанол), а отходов животноводства (стоков) – в качественные удобрения и биогаз, что позволит обеспечить частичное или полное замещение традиционного дизельного, печного топлива или газа на объектах;

- освоение новых электротехнологий в процессах микроклимата, приготовления кормов, облучения, обработки семян и хранения продукции, обеззараживания помещений, воды, кормов с применением регулируемого электропривода, что снизит энергозатраты на 25-30%;

- разработка и внедрение эффективных систем и средств освещения производственных помещений на базе новых энергоэкономных светильников, с использованием компактных люминесцентных, натриевых ламп, светодиодов, благодаря чему можно сэкономить до 70% электроэнергии;

- использование возобновляемых источников энергии в сельской энергетике, замещающих традиционные энергоресурсы;

- переоборудование старых котельных и сооружение новых теплоэлектрических станций (мини-ТЭЦ) с выработкой тепловой и электрической энергии, что обеспечит до 40% экономии топлива.

Реализация и внедрение новых экономичных способов, систем и технических средств энергообеспечения технологических процессов, производственных объектов и социально-бытового сектора позволят повысить энергоэффективность использования топливно-энергетических ресурсов, снизить к 2020 г. энергозатраты и энергоемкость сельхозпроизводства на 40% и улучшить условия труда и быта на селе.

Литература

1. Расстригин В.Н., Тихомиров Д.А. Развитие электрических систем и технических средств теплообеспечения животноводческих предприятий // *Техника в сельском хозяйстве*. – 2010. – № 6. – С. 13-15.

2. Тенденции развития сельскохозяйственной техники за рубежом. Черноиванов В.И., Орсик Л.С., Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С., Мишуров Н.П., Гольяпин В.Я., Колчина Л.М., Кузьмина Т.Н., Соловьева Н.Ф., Кокоченко В.В., Шилова Е.П., Казинникова Т.А., Измайлов А.Ю., Евтюшенков Н.Е., Лобачевский Я.П., Личман Г.И., Марченко Н.М., Марченко О.С., Ревенко Н.А., Сизов О.А. и др. *Научный аналитический*

обзор: По матер. Медунар. выст. «SIMA-2007» / Министерство сельского хозяйства РФ. М.: 2007.

3. Стребков Д.С., Тихомиров А.В. Развитие и модернизация энергетической базы сельского хозяйства России на период до 2020 // *Матер. междунар. науч.-практ. конф. РУП НПЦ НАН Беларуси*. – Минск, 2009. – Т. 1. – С. 33-46.

4. Лямцов А.К., Малышев В.В. Обоснование параметров светильников со светодиодными лампами для освещения птицы при клеточном содержании. *Тр. 8-й Междунар. науч.-техн. конф. ВИЭСХ*. – М., 2012. – Ч. 7. – С. 162-170.

5. Лачуга Ю.Ф. *Энергетическая стратегия сельского хозяйства России на период до 2020 г.* – М.: РАСХН, ВИЭСХ, 2009. – 45 с.

6. Тихомиров Д.А. Энергоэффективный способ теплообеспечения объектов животноводства //

Международный научно-исследовательский журнал 2014. – № 3 (22), Ч. 2. – С. 68-69.

FUEL AND POWER RESOURCES BASED ON ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES AND TECHNICAL MEANS IN AGRICULTURE

A.V.Tikhomirov, E.A.Markelova, V.Yu.Ukhanova

All-Russia Research Institute for Electrification of Agriculture, 1st Veshnyakovskiy proezd, 2, Moscow, 109456, Russian Federation, e-mail: viesh@dol.ru

The state and efficiency of the use of the energy supply systems in agriculture were analyzed. It is demonstrated that grids and power equipment deterioration exceeds 30 percent, and fuel volume-efficiency ratio is not more than 35 percent in this sector. A considerable part of the country territory (mainly the northern one) does not have centralized power supply. Decentralized cogeneration systems with extensive use of renewable energy sources and local energy recourses are highly efficient for this part. A necessity of development of methodology and recommendations for the selection of efficient systems and technical means of power supply to agricultural enterprises was substantiated with due consideration of their location, load intensity and distance from centralized grids. The most important indication of energy efficiency is energy intensity of products and energy inputs share in the production cost. Reserves for energy saving including the development of energy-efficient technologies and technical means, some of which have already been developed (equipment for lighting, microclimate, primary treatment and storage of products, disinfection) or are at the completion stage were presented. Their implementation in agricultural production will make it possible to raise considerably the efficiency of the use of fuel and power resources and to reduce energy consumption. The conditions in which the use of decentralized power supply systems is most efficient were educed. The characteristics of related equipment and the specifics of its use at agricultural enterprises are described. The proposal and priority actions for the development and upgrading of power supply systems for agriculture have been elaborated.

Keywords: Energy efficiency; Reduce of energy consumption; Energy-output ratio; Energy supply.

References

1. Rasstrigin V.N., Tikhomirov D.A. Razvitie elektricheskikh sistem i tekhnicheskikh sredstv teploobespecheniya zhivotnovodcheskikh predpriyatiy [Development of electrical systems and equipment for heating livestock enterprises]. Tekhnika v sel'skom khozyaystve. 2010. No. 6. pp. 13-15 (Russian).

2. Chernoiivanov V.I., Orsik L.S., Fedorenko V.F., Buklagin D.S., Mishurov N.P., Gol'tyapin V.Ya., Kolchina L.M., Kuz'mina T.N., Solov'eva N.F., Kokochenko V.V., Shilova E.P., Kazinnikova T.A., Izmaylov A.Yu., Evtuyushenkov N.E., Lobachevskiy Ya.P., Lichman G.I., Marchenko N.M., Marchenko O.S., Revenko N.A., Sizov O.A., et al. Tendentsii razvitiya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki za rubezhom [Tendencies of development of agricultural machinery abroad]. Nauchnyy analiticheskiy obzor: Po mater. Mezhdunar. vyst. «SIMA-2007». Ministerstvo sel'skogo khozyaystva RF. Moscow: 2007 (Russian).

3. Strebkov D.S., Tikhomirov A.V. Razvitie i modernizatsiya energeticheskoy bazy sel'skogo

khozyaystva Rossii na period do 2020 [Development and modernization of the energy base of agriculture of Russia for the period up to 2020]. Mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. RUP NPTs NAN Belarusi. Minsk, 2009. T. 1. pp. 33-46 (Russian).

4. Lyamtsov A.K., Malyshev V.V. Obosnovanie parametrov svetil'nikov so svetodiodnymi lampami lya osveshcheniya ptitsy pri kletochnom soderzhanii [Substantiation of the parameters of the luminaires with led lamps for poultry lighting under cage management]. Tr. 8-y Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. VIESKh. Moscow, 2012. Ch. 7. pp. 162-170 (Russian).

5. Lachuga Yu.F. Energeticheskaya strategiya sel'skogo khozyaystva Rossii na period do 2020 g. [Energy strategy of agriculture of Russia for the period till 2020]. Moscow: RASKhN, VIESKh, 2009. 45 pp. (Russian).

6. Tikhomirov D.A. Energoeffektivnyy sposob teploobespecheniya ob"ektov zhivotnovodstva [Energy efficient method of livestock facilities heating]. Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal 2014. No. 3 (22), Ch. 2. pp. 68-69 (Russian).