

Введ. 01.01.78. – М.: Госстрой СССР. 1976. – 7 с. – (Система стандартов безопасности труда).

4. Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen. Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates : RL 94/9/EG. – Einführen 23.03.94. – Europäischen Gemeinschaften, 2003. – 34 S.

УДК 636.5:621.3

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ПТИЦЕВОДСТВЕ

А. В. СКЛЯР, канд. с.-х. наук
ООО «БигДачмен», Россия;

Т. Е. МАРИНЧЕНКО – науч. сотр.
ФГБНУ «Росинформагротех», Россия;

В. И. МИНАЕВ, В. В. МОХОВ
Череповецкая птицефабрика, Россия

Введение. В себестоимости продукции птицеводства после затрат на корма и зарплаты находятся траты на энергообеспечение, основную долю в которых занимает оплата электроэнергии [1]. Годовое потребление электричества, например, птицефабрикой (пф) на 14–15 тыс. т мяса в год до недавнего времени составляло 16–19 млн. квт-ч в бройлерниках до 70 % нагрузки приходилось на микроклимат (брудеры, вентиляция и т. п.), 25 % – на освещение (лампы накаливания), остальное – на кормораздачу и другие технологические операции. С внедрением светодиодного освещения, систем вентиляции на разрежении с менее энергозатратными осевыми вентиляторами это соотношение изменилось, но непрерывный рост цен на энергоносители оставляет вопрос снижения расходов на энергетическую составляющую в числе актуальных [2].

В период реформирования единой энергосистемы РФ предполагалось, что разделение генерации, сетевиков и сбыта, при создании рыночных условий потребителю позволит последнему свободно выбирать поставщиков по критерию «цена – качество» и снижать затраты.

Работниками ОАО «АПК-ОГО» с участием независимых специалистов был выполнен цикл работ по комплексной оценке возможных вариантов, производственной поверке и внедрению наиболее эффективного приема снижения затрат на электричество. При проведении анализа рассматривались несколько вариантов снижения затрат при обеспечении ПФ нужным по году объемом электроэнергии.

Основная часть. При проведении анализа рассматривались следующие возможности снижения затрат при обеспечении ПФ нужным по году объемом электроэнергии: переход на многозонные тарифы с установкой систем АИИСКУЭ, перевод электропитания хозяйства на более высокое напряжение, выход ПФ на оптовый рынок электроэнергии и мощностей, смена гарантирующего поставщика, «малая генерация» с использованием в том числе традиционных видов топлива, т. е. производство на фабрике части нужного годового объема электричества по ценам ниже сетевых.

По первой группе анализировалась только зонность (в пределах 1 и 2 ценовых категорий), поскольку возможный эффект от 2-ставочных цен с оплатой за мощность несопоставимо мал по сравнению с первой составляющей. Расчеты по всем вариантам 2- (ночь – день) и 3-зонных цен (ночь – полупик – пик) показали, что переход с 1-зонной оплаты на 2- и 3-зонные расчеты не дает экономии за потребленное электричество для ПФ, что связано со спецификой производства: основные энергоемкие процессы (вентиляция, освещение, обогрев всех птичников при содержании поголовья, а также инкубирование яиц, работа холодильников и морозильных камер, очистных сооружений) идут круглосуточно и всесезонно, исключая все возможности смещения этих операций по времени суток. Те немногие процессы (например, заполнение резервуара напорной башни и т. п.), которые можно перенести на ночные часы, на фоне общего энергопотребления ПФ не значительные по объемам, а затраты на усложненный учет несоизмерно высоки.

Моделирование перевода ПФ на получение электроэнергии от сетей более высокого напряжения (ВН) по льготным ценам показало, что тарифами действительно предусмотрена дифференцированная оплата за получение потребителем электричества по четырем категориям: ВН (110 кВ и выше), среднее напряжение – СН1 (35 кВ) и СН2 (20-1 кВ) и НН (низкое напряжение – ниже тысячи вольт). При моделировании в группу оцениваемых ПФ была включена птицефабрика «Шекснинская», которая по ряду объективных причин при строительстве была запитана нетрадиционно, по глубокому вводу 110/10 кВ, и сохранила за собой обслуживание сборки по высокой стороне¹ в этой трансформаторной подстанции (ТП), имея квалифицированный спец персонал с доступом работы на ВН, и расплачивалась за электричество по самому

¹Высокой стороной в электроэнергетике принято называть напряжение, поступающее на первичную обмотку трансформатора со стороны (например) ЛЭП. Как правило, это напряжение более высокое, чем снимаемое со вторичной обмотки трансформатора.

низкому тарифу. Цены в масштабах годового потребления более 10МВа на покупку 1кВт.ч по СН2 на 20 %, СН1 – на 27 и по ВН – на 37 % меньше, чем по НН. Эффективное использование этой льготы убедительно подтверждается многолетней практикой применения на Шекснинской ПФ подобной схемы экономии затрат на электричество. Но надо отметить, что широкое внедрение этого способа экономии в ПФ РФ маловероятно – за период с 1991 г. многие ПФ, проходя банкротство, лишились не только ТП с напряжением ВН и СН1, но и СН2, а эксплуатируют лишь ЛЭП-0,4 кВ. Возвратить ПФ сейчас ТП с ВН маловероятно.

Чтобы войти в Реестр участников Федерального оптового рынка электроэнергии и мощностей (ФОРЭМ), получив экономию на сбытовой надбавке, энергохозяйство потребителя должно отвечать ряду требований, основные из которых: ПФ надо иметь 20 и более МВа присоединенной мощности при не менее 0,75 МВа самой маломощной ТП; оснащенность электросетей потребителя системой АИИСКУЭ и др. Наиболее крупные ПФ РФ соответствуют требованию по общей мощности: «Синявино», «Волжанин», «Роскар», «Иртышская» и еще более десятка яичных ПФ с миллионными стадами кур-несушек и все бройлерные объединения, производящие по 100–150 и более тыс. т мяса в год, – «Михайловское», БЗРК, «ПФ-Северная» и др. Но специфика птицеводческого предприятия для обеспечения зооветеринарных разрывов в соответствии с РД-АПК 3.10.07.02-14 разделила территорию каждой ПФ целым рядом санитарных зон (ширина по 300м), что привело к запитыванию цехов в этих зонах через сеть ТП 10(6)/0,4 кВ. В результате даже средние по объемам ПФ с присоединенной мощностью в 13–19МВа имеют десятки ТП (ШПФ-19, ЧПФ-24) и значительная часть из них мощностью до 0,75 МВа. Такая же ситуация и на крупных ПФ, и в объединениях, а потому их выход на ФОРЭМ проблематичен.

О смене гарантирующего поставщика. Моделирование по ряду возможностей экономить средства на электроснабжении таким способом показало следующее. Процессуально смена поставщика возможна в условиях любой фабрики. Сама экономия от смены поставщика может заключаться в уменьшении величины сбытовой наценки (но она невелика – в среднем 2–2,5 % от цены 1 кВт.ч) и, в лучшем случае при более дешевой доставке с таким же дополнением за транспортировку. Такие совпадения возможны (равноудаленность, наличие параллельных ЛЭП-35, -110), но в целом это фактор достаточно ограниченных возможностей.

Направление «малой» энергетики. РФ имеет более 232 ГВт генерирующих мощностей, из которых 2/3 – тепловые станции, и большая часть их работает на газе. Так как на разведку новых месторождений, добычу и прокладку северных газотрасс нужно больше, чем инвестируется, то представляется, что стоимость газа в ближайший период будет все время расти, а на «газовый» кВт-ч, как вторичный продукт – на опережающий рост. И потому не случайно в федеральном законе № 35-ФЗ от 26.03.2003 г. «Об электроэнергетике» в ст. 29, п. 2 подчеркивается, что в основу государственной политики дальнейшего развития электроэнергетики закладывается использование новых направлений (нетрадиционные возобновляемые энергоресурсы – солнце, ветер, приливы и пр.), а также использование «малой» энергетики. Под «малой» энергетикой понимаются локальные (автономные по предприятиям, населенным пунктам) энергосистемы, в том числе и на традиционном топливе [3].

Экономическая легитимность малых систем основана на том, что теплотворная способность 1 м³ газа по ГОСТ5544-2014 равна 8000 ккал, что без учета КПД трансформации эквивалентно 8000/860=9,3 кВт-ч электричества. С учетом рабочего диапазона варьирования КПД выработка электроэнергии на мини электростанциях (мини-ТЭС) будет в интервале 2,5–3,8 кВт-ч на 1 м³ газа [4]. Моделируя малую энергетику, приемлемую для большинства ПФ, надо исходить из следующих положений: большинство хозяйств владеет только электросетью НН, уровень допустимой замены сетевого электричества электроэнергией собственной выработки должен быть таким, чтобы средств от поставок остального электричества хватало на реновацию всей сетевой структуры на ПФ (ТП-6(10)/0,4кВ и ЛЭП-6(10)кВ), обеспечение зарплаты сотрудников и определенного уровня прибыли. Моделирование и расчеты показали, для быстрой окупаемости мини-ТЭС надо ставить на отдельные цеха (участки) с предельно высоким посuточным коэффициентом спроса на присоединенные токоприемники и подбирать мощность генератора под нагрузки конкретного участка: родительского стада, ремонтного молодняка или часть товарной площадки, например, 18 напольных бройлерников – 315 кВт и т. п. В этих условиях мини-ТЭС способна за год выработать до 2,4–2,7 млн. кВт-ч, обеспечивая электроэнергией производство 10 тыс. т мяса бройлеров, две таких электростанции 20 тыс. т и т. д. На рис. 1 показана схема подключения контейнерной мини-ТЭС у существующей сетевой ТП-6(10)кВ к электролинии НН, принадлежащей ПФ, с отключением разъединителя на шинах низкого напряжения ТП.

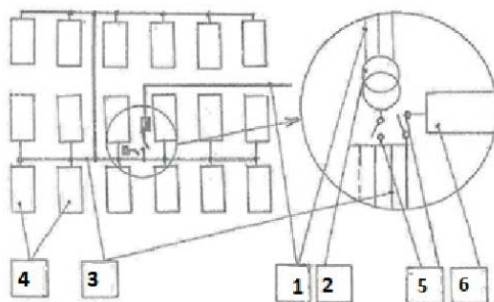


Рис. 1. Схема подключения к сетям НН

Экспликация: 1 – ЛЭП-6(10) кВ; 2 – трансформатор 6(10)/0,4 кВ; 3 – ЛЭП-0,4 кВ; 4 – потребитель электроэнергии (птичники); 5 – разъединители НН (электросеть – потребитель и потребитель – ГПД + ЭГ); 6 – мини-ТЭС (ГПД + ЭГ).

Надо отметить, что электрическая перекоммутация в таком случае происходит в зоне юридического правообладания ПФ – на линиях НН, никаких разрешительно-регламентирующих документов не требует. Электросети с ТП и ЛЭП-6(10)кВ в ПХ остаются для постоянных поставок остального объема электроэнергии и выполняют роль резерва всей фабрики. Для ввода в строй мини-ТЭС необходимо ее подключение к сетевому газу в выполнении проектных и монтажных работ специалистами районных газовых сетей. По присоединенной мощности мини-ТЭС на 315 кВт ее потребность газа составит 110 м³/ч, что примерно равно часовой потребности 2–2,2 бройлерников, и может быть получено за счет снижения расхода газа всего на нескольких птичниках, обслуживаемых мини-ТЭС, при установке в них утилизаторов тепла. Это позволит ПФ ввести в эксплуатацию нужное число мини-ТЭС без получения у газовых хозяйств разрешений на увеличение годового потребления газа.

Этот прием был апробирован в период проверки варианта мини-ТЭС на Череповецкой ПФ. Фабрика начала экономить существенные объемы тепла (и газа), установив теплоутилизаторы на большом числе птичников. Один из котлов ДКВР на котельной ПФ освободился от нагрузки. Это позволило установить паротурбогенератор (ПТГ) на 1,25 МВт (ПАО «Пролетарский завод», С-Петербург) в отдельном помещении при котельной и исключить все проблемы лимитов на объемы и подключения мини-ТЭС по газовой части (ПТГ по параметрам

хорошо стыкуется с ДКВР при выходном давлении до 2,5 МПа и температуре пара до 370 °С, а также давлении за турбиной 0,6–0,12 МПа). При реализованной схеме предстояло решить вопросы возможности совместной работы с электросетью, так как: по линиям НН передать 1250 кВт электроэнергии на несколько участков, удаленных от котельной более чем на 300 м, невозможно, а электрогенераторы мощностью 1,25 МВт – высоковольтные. Многолетняя эксплуатация мини-ТЭС Череповецкой ПФ с ежегодной выработкой до трети собственной электроэнергии (до 4 млн. кВт-ч при годовом объеме электропотребления в 12–13 млн. кВт-ч) позволила стабильно держать себестоимость вырабатываемого киловатт-часа в три раза ниже сетевого. Она подтвердила возможность совместного использования ПФ сетями ее ЛЭП-6(10) и ТП на территории фабрики (нужно лишь точно замерять «перетоки» и выяснять сколько и куда направить).

Здесь надо отметить, что зарубежные газопоршневые двигатели (ГПД) имеют достаточно высокие моторесурсы (ф. «Wilson») в 170–180 тыс часов наработки (это более 21,1 г. при 2 капремонтах), отечественные газопоршневые близки к ним по этим показателям («РыбинскийКомплекс», «Русский Дизель», Балаково) [5]. В не имеющих сетевого газа ПФ могут использоваться мини-ТЭС, работающие на сырой нефти (ООО «Конвер» и ОАО «Коломенский завод»). Технические характеристики таких электростанций приведены в табл. 1.

Таблица 1. Технические характеристики контейнерных мини-ТЭС на газе и нефти

Показатели модель электростанций	ЭГП100К	ЭГН200К*	ЭГП200К	ЭГН315К*	ЭГП315К
Номинальная эл. Мощность, кВт	100	200	200	315	315
Номинальное напряжение, кВ	0,4/0,22	0,4/0,22	0,4/0,22	0,4/0,22	0,4/0,22
Частота, Гц	50	50	50	50	50
Мощность теплоутилизатора, кВт	150	250	250	460	460
В том числе на утил. отработ. газов, кВт	55	105	105	170	170
Расход топлива	35 нм ³ /ч	5,5 л/ч	70 нм ³ /ч	8,0 л/ч	110 нм ³ /ч
Габаритные размеры (Д.Ш.В), м	4,2,2,4,2,6	5,0,2,4,2,6	5,0,2,4,2,6	5,8,3,0,2,6	5,8,3,0,2,6

*ЭГН работают на «сырой» нефти (резерв – печное и дизтопливо) у остальных основного топлива – сетевой газ.

Экономическая эффективность эксплуатации ЭГП показана в табл. 2.

Таблица 2. Экономические показатели эксплуатации ЭГП

Показатели модель электростанций	ЭГП100К	ЭГП200К	ЭГП 315К
Стоимость ЭГП в базовой комплектация, тыс. руб.	2554,18	3776,82	5309,19
Общие капитальные затраты с локальными сетями, тыс руб.	3509,26	4731,90	6264,27
Общие расходы на эксплуатацию ЭГП, тыс. руб.	1370,68	2056,51	2863,52
Годовая выработка собственной электроэнергии, кВт-ч	670140	1340280	2110000
Стоимость годового объема собственной электроэнергии, тыс. руб.	2345,49	4690,98	7388,29
Себестоимость собственной электроэнергии, руб/кВт-ч	2,046	1,534	1,357
Срок окупаемости, лет	3,65	1,80	1,38

Заключение. На Череповецкой птицефабрике была выполнена комплексная оценка возможных вариантов, производственная проверка и внедрение наиболее эффективного приема снижения затрат на электричество – так называемой «малой генерации» с использованием традиционных видов топлива, т.е. производство на фабрике части нужно годового объема электричества по ценам ниже сетевых.

В соответствии с РД-АПК 3.10.07.02-14 цеха ПФ разделяются рядом санитарных зон (300 м), что приводит к необходимости запитывать цеха через сеть ТП 10(6)/0,4 кВ [3].

Моделирование показало, что для быстрой окупаемости МТЭС необходимо устанавливать на отдельные цеха (участки) с предельно высоким посуточным коэффициентом спроса на присоединенные токоприемники и подбирать мощность генератора под нагрузки конкретной площадки, например, 18 напольных бройлерников – 315 кВт и т.п. В этих условиях МТЭС способна за год выработать до 2,4–2,7 млн. кВт-ч, обеспечивая электроэнергией производство 10 тыс. т мяса бройлеров, две таких электростанции – 20 тыс. т и т.д.

Надо отметить, что электрическая перекоммутация в таком случае происходит исключительно в зоне юридического правообладания ПФ, на линиях низкого напряжения, и никаких разрешительно-регламентирующих документов не требуется. Электросети с ТП и ЛЭП-6(10)кВ в ПФ остаются для постоянных поставок остального объема электроэнергии в роли «горячего резерва» всей фабрики [4].

Для ввода в строй МТЭС необходимо подключение к сетевому газу с выполнением проектных и монтажных работ. По присоединенной мощности МТЭС на 315 кВт потребность газа составит $110 \text{ м}^3/\text{ч}$, что примерно равно часовой потребности 2–2,2 бройлерников и может быть получено за счет снижения расхода газа на нескольких птичниках, обслуживаемых МТЭС, при установке в них утилизаторов тепла [5]. Это позволит ПФ ввести в эксплуатацию нужное число МТЭС без получения у газовиков разрешений на увеличение годового потребления газа.

Именно такой прием был апробирован в период проверки варианта МТЭС на Череповецкой птицефабрике (основные соисполнители Минаев В. И., Мохов В. В.). Фабрика начала экономить существенные объемы тепла (и газа), установив теплоутилизаторы на большом числе птичников, и потому один из котлов ДКВР остался без нагрузки [6]. Это позволило, сделав паротурбогенератор (ПТГ) на 1,25 МВт (ПАО «Пролетарский завод», СПб.), установить его в отдельном помещении при котельной и исключить проблемы лимитов на объемы и подключения МТЭС по газовой части (ПТГ по параметрам хорошо стыкуется с ДКВР при выходном давлении до 2,5 МПа, температуре пара до 370 °С и давлении за турбиной 0,6–0,12 МПа).

Предстояло обеспечить совместную работу с электросетью, поскольку электрогенераторы мощностью 1,25 МВт являются высоковольтными, так как линиям низкого напряжения передать 1,25 МВт электроэнергии на несколько площадок, удаленных от котельной более чем на 300 м, невозможно. В ПФ, где нет сетевого газа, могут использоваться работающие на сырой нефти МТЭС (ООО «Конвер» и ОАО «Коломенский завод»). Технические характеристики этих установок приведены в табл. 1, экономическая эффективность эксплуатации показана в табл. 2.

Эффективное использование тепла удаляемого воздуха с помощью рекуперативного теплоутилизатора позволило освободить от нагрузки один из котлов ДКВР и установить паротурбогенератор на 1,25 МВт. Такая модернизация позволила Череповецкой птицефабрике ежегодно вырабатывать посредством мини-ТЭС до трети от собственной электроэнергии, держать себестоимость вырабатываемого кВт·ч в три раза ниже сетевого. Она подтвердила возможность совместного использования ПФ и сетями ее ЛЭП-6(10) и ТП на территории фабрики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фисинин, В. И. Промышленное птицеводство / В. И. Фисинин [и др.]. – М., 2016. – 534 с.
2. Скляр, А. В. Оптимальные системы отопления для птичников / А. В. Скляр // Техника и оборудование для села. – 2014. – № 1. – С. 26–29.
3. Реализация инновационных проектов в АПК: опыт и перспективы. – М. – 2017. – 80 с.
4. Батырев, Г. А. Автономные системы энергоснабжения и энергосбережения мини-ТЭС / Г. А. Батырев, С. А. Сергеев // Электрика. – 2014. – № 3. – С. 13–19.
5. Газопоршневая электростанция. Особенности выбора и эксплуатации // Главный энергетик. – 2009. – № 11. – С. 21–24.
6. Маринченко, Т. Е. Повышение эффективности вентиляции в птицеводстве / А. В. Скляр, В. И. Минаев, В. В. Мохов // Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды, стандартов ЕС и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза: материалы XXIV Междунар. науч. конф. – 2018. – С. 168–170.

УДК 631. 331.032

К ОБОСНОВАНИЮ СПОСОБА ПОДАЧИ СЕМЯН В ЭЖЕКТОРНЫЙ ПИТАТЕЛЬ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СЕЯЛОК

В. С. АСТАХОВ, д-р техн. наук, доцент;
В. Р. ПЕТРОВЕЦ, д-р техн. наук, профессор
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В настоящее время в мировой практике существует две разновидности пневматических централизованных высевальных систем (ПЦВС): с герметичным и открытым бункером. В пневматических централизованных высевальных системах первой разновидности существенно упрощается ввод материала в зону избыточного давления и снижаются затраты энергии на привод вентилятора. Но в данном случае увеличиваются затраты труда на изготовление сложных в конструктивном исполнении бункеров и существенно повышаются требования при эксплуатации этих машин в производстве. Небольшая разгерметизация бункера приводит к нарушению технологического процесса высева семян или же к забиванию высевальной системы в целом. Использование таких систем становится единственно возможным, если общее сопротивление ПЦВС достигает 4,5...5,5 кПа и выше. В этом случае эффективность эжекторных питателей существенно снижается, и их использование становится нецелесообразным.