МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МЕТОДИКА

энергетического мониторинга сельскохозяйственных объектов, выявление резервов и потенциала экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР)

МОСКВА
ФГНУ "Росинформагротех"
01

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МЕТОДИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ, ВЫЯВЛЕНИЕ РЕЗЕРВОВ И ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ (ТЭР)

Москва 2001

УДК 621.31
ББК 31.2
М 54

Методику подготовили:
В. Р. Крауп, В. Н. Расстригин, Б. П. Коршунов,
А. М. Башилов, Д. П. Лебедев, Л. И. Сухарева, А. И. Некрасова,
А. К. Лямцов, В. М. Усаковский (ВИЭСХ);
А. И. Морозов, В. С. Горбачев (Минсельхоз России).

Ответственный за выпуск —
начальник отдела машинных технологий в животноводстве
Департамента технической политики Минсельхоза России
А. И. Морозов.
Тел.- 975-34-17.

М 54 **Методика энергетического *мониторинга сельскохозяйственных* объектов, выявление резервов и потенциала экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР).** — М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2001. — С.100.

ISBN 5-7367-0286-X

Приведен порядок обследования энергохозяйства объектов на основе визуального контроля, экспертных оценок специалистов, анализа статистических данных бухгалтерской отчетности, приборного контроля и регистрации параметров энергопотребления основных энергоемких процессов, обследования состояния и режимов работы энергетического оборудования, приведения экспериментов для снятия энергетических показателей.

Разработан алгоритм расчета фактических, нормативных и перспективных (эталонных) энергетических показателей работы энергетического оборудования, потребления топлива и энергии. Обоснованы показатели резерва снижения энергозатрат и потенциала энергосбережения по основным стационарным процессам сельхозпроизводства (в закрытом грунте, хранилищах, в энергообеспечении ферм, водоснабжения, в системах освещения, *на предприятиях послеуборочной обработки* зерна).

Методическая оценка резервов ТЭР дается только для действующих объектов и не касается нереализованных изобретений, единичных экспериментальных объектов и научных идей.

Предназначена для применения специалистами энергетических служб хозяйств, *районов и энергосистем для обследования* энергетического хозяйства, анализа и расчета возможностей сокращения расходов энергоресурсов на сельскохозяйственных объектах.

Одобрена на заседании секции "Техническая политика" Минсельхоза России от 7 июня 2001 г. (протокол № 17 от 07 июня 2001 г.)

УДК 621.31
ББК 31.2

ISBN 5-7367-0286-X

ВВЕДЕНИЕ

Разработанная методика обеспечивает проведение, прежде всего, инженерного энергомониторинга с последующей технико-экономической оценкой и выработкой рекомендаций. Упор делается на обследование машин, оборудования, электроприводов, электроосвещения и технологий сельскохозяйственных объектов. Приводятся нормы проектирования объектов, показатели эффективного использования энергетических ресурсов машинами и оборудованием объектов, даются рекомендации по совершенствованию инженерной части объектов.

Методика (алгоритм) расчета резервов экономии ТЭР строится двухуровневой: на первом уровне определяются показатели резервов машин, оборудования раздельно по каждому виду энергопотребления (освещение, получение теплоты, электропривод или привод от двигателей внутреннего сгорания), на втором — по показателю энергозатрат на производство продукции и голову скота.

Методика сопровождается примерами расчетов резервов экономии и потенциала ТЭР.

Термины, определения

Мониторинг — контроль, Monitor — контролировать, следить (постоянно или время от времени), проверять, советовать и наставлять (см. Мультиплекс — говорящий словарь 2500000 слов и выражений).

Энергосбережение — реализация правовых организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование энергетических ресурсов.

Эффективное использование энергетических ресурсов — достижение экономически оправданного минимума использования

энергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологий и соблюдение требований экологии для достижения производственной и социальной целей.

Непроизводительный расход энергоресурсов — потери энергоресурсов, вызванные нарушением норм, стандартов, технологических регламентов и бесхозяйственностью.

Показатель энергоэффективности — абсолютная или удельная величина потребления или потери энергоресурсов для производства единицы сельскохозяйственной продукции.

Энергетическое обследование (энергоаудит) — обследование объектов с целью установления показателей эффективности использования ТЭР и выработки экономически обоснованных мер по их повышению.

1. ОБЩАЯ МЕТОДИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ РЕЗЕРВОВ И ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

1.1. Обследование и сбор исходных данных на действующих объектах

1. Сельскохозяйственные производственные объекты имеют пять назначений использования энергоресурсов: для получения света, тепла, привода в действие машин и механизмов, для получения информации о функционировании объекта и для электротехнологий. Если в производственной системе одно назначение использования энергоресурсов, назовем это процессом, если несколько — объектом.

2. Для процессов составляют таблицы действующих норм и стандартов энергопотребления на единицу площади, объема или другую физическую величину. Наряду с этим проводят обследования процессов, составляют перечни применяемого оборудования, в которых отражают показатели эффективности использования энергоресурсов. Например, для освещения — Вт/люкс, обогрева — тепловой КПД, электропривода — электрический КПД, косинус фи и др. Приводят зависимости показателей энергоэффективности оборудования и установок от мощности (производительности), срока эксплуатации, технического состояния. По известным графикам работы и числу часов использования оборудования в сутки, сезон, год находят расчетные значения расходов энергоресурсов.

3. Для объектов составляют таблицы действующих норм и стандартов энергопотребления не единицу производимой продукции, на голову скота. Объекты также обследуют и выполняют работы по п. 1.2. Результаты заносят в таблицы и находят суммарные расчетные расходы энергоресурсов по процессам. Показатели расхода ТЭР делят на количество производимой продукции или на обслуживаемое поголовье животных и получают удельные расчетные показатели расхода энергоресурсов на данном объекте.

Применяют следующие измерители (показатели) норм для обследуемых объектов:

а) для животноводческих и птицеводческих предприятий с циклом производства более года :

$$\left[\frac{\text{Дж}}{\text{гол/год}}\right];$$

для тех же производств, но имеющих цикл менее года:

[Дж/свино-место в год]; [Дж/ското-место в год];

[Дж/птицеместо в год];

для пересчета измерителей норм со ското-места — на голову скота применяют переводной коэффициент:

свинооткормочные фермы 2,3; фермы выращивания и откорма 2; производство бройлеров 4,3; птицефермы ремонтного молодняка кур 2,2;

б) для защищенного грунта измеритель норм:

[Дж/м^2 в год]

в) для процессов сушки сельскохозяйственных продуктов измеритель норм:

[Дж/т сухого материала].

Для каждого сельскохозяйственного объекта накоплен опыт технологического проектирования, позволяющий оценить расход ТЭР конкретного технологического процесса, установки, объекта. Этот опыт содержится в нормах проектирования, в нормах (или опыте) конструирования, в справочниках на сельскохозяйственное оборудование, литературных источниках и др. Эти источники используются при выполнении работ по п. 2 и 3, и на их основе получают нормативные и расчетные показатели энергозатрат по объектам.

Найденные значения расхода ТЭР дают ориентир для оценки расхода ресурса в конкретном объекте. Желательно найти ряд чисел, чтобы иметь среднее значение, среднеквадратические отклонения, а в некоторых случаях и закон распределения случайных величин или характеристики случайного процесса.

Сбор статистических данных о фактических расходах ТЭР. Статистические данные по расходам ТЭР выбирают из бухгалтерских отчетов по объекту, отчетов энергетических служб объекта и хозяйства, журналов энергетиков хозяйства, так как это самые достоверные данные.

Выписывают ряды цифр расходов ТЭР по часам, суткам, месяцам, годам. Это необходимо для полноценных статистических оценок объекта: средних расходов, среднеквадратических отклонений, законов распределения случайных величин и случайных процессов. Следует выписывать все фактические данные о расходах ТЭР, так как это самые достоверные сведения о работе объекта.

Статистические данные в большинстве случаев содержатся в отчетных документах по всему объекту: животноводческой ферме, птицефабрике, тепличному комплексу и др. Выявить резервы сокращения расхода энергии можно путем разделения общего расхода по операциям, технологическим линиям, установкам.

Разделение энергозатрат по операциям можно проводить на основании известных значений установленных мощностей P_i и числа часов работы установки t_i с установленной (номинальной) мощностью за расчетный период:

$$R_{общ} = P_1 \cdot t_1 + P_2 \cdot t_2 + \ldots + P_i \cdot t_i + \ldots + P_n \cdot t_n \qquad (1.1)$$

По этому соотношению общий расход, например, электроэнергии разделяется по операциям и проводится пооперационный анализ эффективности расхода энергии по методике [2].

Исходные данные расхода энергии по операциям обеспечивают возможность проведения анализа его эффективности в целом и по элементам каждой операции. При этом могут быть выявлены непроизводительные расходы (потери) энергии внутри каждой операции.

Сбор данных по другим однотипным процессам и объектам необходим для сопоставления энергозатрат обследуемого объекта с другими. При этом накапливаются статистические данные однотипных объектов и строятся статистические ряды показателей расходов энергии. Данные по однотипным процессам и объектам могут быть получены из литературных источников, бухгалтерских отчетов других хозяйств, проспектов фирм, протоколов испытания оборудования на машиноиспытательных станциях.

5. Обследование состояния и режимов работы энергетического оборудования. Известно, что состояние котельного оборудования, электроприводов машин и агрегатов, вентиляционных установок ферм и хранилищ овощей и фруктов, отопительно-осветительного оборудования теплиц и других объектов, а также установленные

режимы их работы прямо влияют на расход ТЭР. Это положение справедливо и для биоэнергических установок ферм, птицефабрик, и для электрооборудования всех объектов. Поэтому оценка состояния энергетических установок обязательна.

Должны оцениваться:

техническое совершенство установок — год выпуска, ремонта, совершенство принципа действия, техническое состояние, надежность работы, правильность эксплуатации и технического обслуживания;

выбранные и установленные режимы работы — степень загрузки относительно паспортных данных, температурные пределы, графики расхода ресурса, согласованность с потребностями в ресурсе технологического объекта;

необходимость замены (ремонта) деталей, узлов, агрегатов на типовые или более совершенные (модернизация).

6. Приборная регистрация фактических расходов ТЭР особенно важна в случаях, когда отсутствуют статистические и отчетные данные о работе объекта, когда нет возможности даже экспертным путем установить расходы ТЭР, графики нагрузок по часам, суткам, годам.

Должен быть спланирован эксперимент и выборочно зарегистрированы расходы и режимы работы энергетических установок. Эта операция дорогая и трудоемкая, поэтому должна быть детально спланирована, чтобы восполнить отсутствие статистической информации об объекте. (Составляется таблица с перечнем приборов, их краткой технической характеристикой и условиями применения).

7. Сбор данных о работе аналогичных, однотипных, наиболее эффективно работающих установок, процессов, объектов в Российской Федерации и за рубежом.

Изучают и находят примеры работы объектов с наилучшими показателями по расходам энергетических ресурсов и качеству работы. Эти показатели следует принимать за возможно достижимые.

Нахождение статистических или единичных данных об энергопотреблении на хорошо организованных объектах с передовыми технологиями имеет важное значение для сравнительных оценок энергопотребления действующих обследуемых объектов. (Состав-

ляется таблица передовых и перспективных объектов и их показателей энергопотребления).

Заключение по п. 1.1.

Мониторинг — постоянное наблюдение за каким-либо процессом с целью выявления его соответствия желаемому результату или первоначальным предположениям (Современный словарь иностранных слов. М., "Русский язык", 1992 г.).

1. Исходя из определения обследование и сбор исходных данных, выполняемые по п. 1, являются контрольными функциями. Главное в этом разделе — получение полноценной, своевременной и достоверной информации о работе объекта и затратах энергии на всех его участках, во всех звеньях.

2. Информация в один момент времени дает ограниченное представление об объекте и быстро стареет. Поэтому важно постоянное наблюдение или периодическое (время от времени) и информация должна представляться в виде временных статистических рядов, которые более полноценно характеризуют энергетические показатели работы объекта.

1.2. Общая методика (алгоритм) энергетического мониторинга сельскохозяйственных процессов и объектов при определении резервов потенциала экономии топливно-энергетических ресурсов

1.2.1. Понятия и расчетные зависимости для определения резерва и потенциала энергосбережения

При проведении энергетического мониторинга выявляют резервы снижения энергозатрат и потенциал возможного снижения.

Резерв снижения энергозатрат (ΔR) будет — разность, выраженная в процентах, между фактическими затратами ($R_{факт}$) и выраженными в отраслевых нормах расхода ($R_{норм}$) или проектных нормах относительно фактических затрат:

$$\Delta R_{рез} = \frac{R_{факт} - R_{норм}}{R_{факт}} 100, \qquad (1.2)$$

где $R_{факт}$ и $R_{норм}$ могут быть выражены в абсолютных (Дж) или в удельных (Дж/А) величинах (А — площадь в $м^2$ или объем в $м^3$, или количество производимой продукции в тоннах и др.).

Потенциал снижения энергозатрат — разность в процентах между фактическими затратами и затратами ($R_{этал}$) на эталонном (лучшем для данного класса) объекте:

$$\Delta R_{потен} = \frac{R_{факт} - R_{этал}}{R_{факт}} 100. \qquad (1.3)$$

1.2.2. Алгоритм расчета резерва и потенциала экономии энергоресурсов

А. Методический подход к выбору величин $R_{факт}$, $R_{норм}$ и $R_{этал}$ из массивов исходных данных

От правильности выбора этих величин во многом зависят получаемый результат — значение величин $\Delta R_{рез}$ и $\Delta R_{потен}$ и дальнейшие выводы и рекомендации по процессу и объекту.

Величину $R_{факт}$ часто трудно найти достоверной. Поэтому ее необходимо получать и оценивать в следующей последовательности:

в первую очередь следует отдавать предпочтение данным первичного учета энергетических служб, которые получают их по показанием электрических, тепловых, водяных и других типов счетчиков;

во вторую очередь используют статистические данные отчетности энергетических служб и бухгалтерского учета, эти данные являются обобщенными, менее достоверными и могут несколько отличаться от первичных данных, выписывать статистические данные следует по процессам и объектам, при необходимости данные сверяют с данными на бланках первичной отчетности или из журналов первичного учета;

если данных по первым двум позициям недостаточно, то могут быть проведены контрольные (по приборам и счетчикам) замеры фактических расходов энергоносителей, однако эти замеры кратковременные, эпизодические и не могут представительно и достоверно отражать суммарные годовые (или месячные) расходы энергоресурсов, поэтому они должны быть дополнением к статистическим данным энергетического и бухгалтерского учета;

при полном отсутствии фактических данных с большим приближением их можно заменить расчетными по известным установленным мощностям $P_{уст}$ оборудования и $T_{год}$ годовому числу часов использования установленной мощности по формуле 1.1.

Величину $R_{норм}$ выбирают из проектных норм, методических указаний, стандартов, рекомендаций по стандартизации [1-9].

Норматив расхода энергии — номинальное значение расхода энергии на величину технологически связанного с ним параметра производства при заданных условиях протекания технологического процесса.

Норматив отражает некоторое усредненное значение расхода энергоресурса для многих однотипных объектов, полученное на основе проектных данных.

При разработке нормативов используется расчетно-аналитический метод. Поэтому нормы — это расчетные величины и их значения могут быть достигнуты на объектах и в технологических процессах в том случае, если объект или процесс выведены на проектные показатели.

Таким образом, $R_{норм}$ является усредненной величиной для однотипных технологий, объектов, процессов.

Величину $R_{этал}$ выбирают по экспериментальным, расчетным или паспортным показателям энергопотребления конкретных действующих процессов и объектов. Эталонным должен быть объект, у которого удельные показатели расхода энергоносителя существенно ниже нормативных.

Величина $R_{этал}$ отражает самый высокий современный научно-технический уровень развития процесса или объекта и, как следствие, минимальное энергопотребление на единицу произведенного ресурса (в процессах) и на единицу произведенной продукции (объектах). Поэтому $R_{этал}$ равен R_{min}.

Выбрать эталонный процесс и объект можно по данным эксплуатационных показателей процессов и объектов (в каждой области, регионе, республике есть передовые хозяйства с минимальным энергопотреблением на их установках и объектах), по результатам госиспытаний установок и объектов, проспектам выставок, по литературным данным о зарубежном опыте.

Б. Алгоритм расчета резерва экономии энергоресурсов

Резерв экономии энергоресурсов рассчитывается для конкретного процесса и объекта, который проходит энергетический мониторинг. Обязательным условием для проведения энергетического мониторинга являются обследование объекта и сбор исходных данных. Должны быть достоверно известны $R_{факт}$ и $R_{норм}$. Расчет ведется по формуле 1.2. Определяется процент возможного снижения энергозатрат ΔR, что и является предметом расчета. Полученный процент экономии может быть выражен в абсолютных величинах:

$$R_{рез} = R_{факт}\, \Delta R_{рез}\ кВт{\cdot}ч. \qquad (1.4)$$

Для дробной оценки резерва экономии энергоресурса можно применить вероятностный метод расчета. Для этого вычисляют приближенное значение сигма:

$$\sigma = (R_{факт} - R_{норм})/3. \qquad (1.5)$$

По известному значению сигма можно с заданной доверительной вероятностью определять реализацию имеющегося резерва экономии энергоресурса.

В расчет должен быть введен поправочный коэффициент K_c, характеризующий эксплуатационное состояние оборудования. Значение его для каждого вида оборудования различно и должно быть установлено при обследовании процесса (объекта).

Алгоритм расчета резерва экономии для процесса имеет следующую последовательность вычислительных операций:

- задаются условием, в каких величинах будет проводиться расчет — в абсолютных, например, в кВт·ч., или в удельных, например, кВт·ч/м^2, кВт·ч/т;
- устанавливают расчетный интервал времени, на котором определяется резерв экономии энергоресурса, например, год;
- выбирают из собранных исходных данных для рассматриваемой конкретной установки, агрегата, поточной линии (процесса) значение величины $R_{факт.}$ за заданный расчетный интервал времени, например, год;
- из собранных исходных данных выбирают для рассматриваемой конкретной установки, агрегата, поточной линии (процесса)

значение величины $R_{норм.}$ за заданный расчетный интервал времени, например, год;

• на основании собранных исходных данных о техническом состоянии машин и оборудования, сроков их службы и надежности в работе для каждого вида оборудования находят коэффициент K_c, отражающий отношение потребления $W_н$ энергии новой машиной (установкой, агрегатом, процессом) на единицу площади, продукции и т.д., к потреблению W_c энергии старой машиной (оборудованием), находящейся в эксплуатации на период проведения энергетического мониторинга:

$$K_c = \frac{W_н}{W_c}; \qquad (1.6)$$

• определяют резерв экономии энергозатрат с использованием формулы 1.2:

$$\Delta R_{рез.} = \frac{K_c (R_{факт} - R_{норм})}{R_{факт}} 100, \ \%, \qquad (1.7)$$

с ведением коэффициента K_c величина $\Delta R_{рез.}$ снижается;

• для процессов, имеющих в своем составе n однотипных машин, агрегатов, поточных линий, находят суммарный резерв экономии энергоресурсов:

$$\Delta R_{рез\,сум} = \Delta R_{рез.1} + \Delta R_{рез.2} + ... + \Delta R_{рез.n}. \qquad (1.8)$$

Алгоритм расчета резерва экономии энергоресурса для объекта:

• определяют количество процессов, входящих в объект, например, в объект входят три вида процессов, использующих энергию для освещения, привода машин и механизмов и производства тепла;

• по приведенному выше алгоритму расчета резерва экономии энергоресурса для процессов находят:

для процесса освещения $\Delta R_{рез.сум.1}$

для процесса привода $\Delta R_{рез.сум.2}$

для процесса получения тепла $\Delta R_{рез.сум.3}$;

• находят общий резерв экономии энергоресурса для объекта:

$$\Delta R_{рез.сум._{1...3}} = \Delta R_{рез.сум._1} + \Delta R_{рез.сум._2} + \Delta R_{рез.сум._3} \qquad (1.9.)$$

• найденное значение $\Delta R_{рез.сум._{1...3}}$ является резервом экономии энергоресурсов для всего объекта.

В. Алгоритм расчета потенциала экономии энергоресурсов

Потенциал экономии энергоресурсов определяется для конкретного процесса и объекта. Предварительно должно быть проведено их обследование и установлены значения величин $R_{факт}$ и $R_{этал}$ для каждого процесса и объекта.

Алгоритм расчета потенциала экономии энергоресурса процесса имеет следующую последовательность вычислительных операций:

• для каждой машины, установки, агрегата, поточной линии выбирают (в отдельных случаях рассчитывают) конкретные значения $R_{факт.}$;

• для того же класса машин, установок, агрегатов, поточных линий находят значение $R_{этал}$ по проспектам, каталогам, протоколам МИС, литературным и другим источникам;

• по формуле (1.3) находят величины $\Delta R_{iпотен.}$ для каждого звена процесса;

• находят сумму потенциалов всех звеньев процесса:

$$\Delta R_{потен.сум} = \Delta R_{потен._1} + ... + \Delta R_{потен._i} + ... + \Delta R_{потен._n} \qquad (1.10)$$

• найденная величина является искомой.

Алгоритм расчета потенциала экономии энергоресурса объекта имеет следующую вычислительную последовательность:

• рассчитывают суммарные потенциалы процессов по формуле (1.10);

• определяют суммарный потенциал объекта:

$$\Delta R_{потен._{об.сум}} = \Delta R_{потен._{сумпр.1}} + \Delta R_{потен._{сум.пр.2}} + \Delta R_{потен._{сум.пр.3}}; \qquad (1.11)$$

• полученный результат является искомым.

1.3. Общие рекомендации по реализации резервов и потенциала экономии топливно-энергетических ресурсов

1. Реализацию резерва экономии ТЭР следует рассматривать в следующей последовательности:

• выполнение технологических графиков и режимов работы энергопотребляющего оборудования: светильников, нагревателей, электроприводов, транспортных средств; должна строго выполняться предусмотренная технологией продолжительность работы энергоустановок; важную роль играют обучение и производственная дисциплина персонала;

• выполнение инструкций по эксплуатации машин, агрегатов, поточных линий и энергетического оборудования; своевременная смазка, замена неисправных узлов и деталей, протирка от пыли и замена перегоревших и потерявших номинальное световое излучение ламп и другие эксплуатационные меры обеспечивают поддержание проектных значений расходов энергоносителей;

• своевременное проведение профилактических и капитальных работ технологического и энергетического оборудования, как правило, при этом повышается КПД производства и использования энергии;

2. Реализацию потенциала экономии ТЭР осуществляют, проводя следующие мероприятия:

• создание и применение передовых технологий производства сельскохозяйственной продукции, имеющих меньшие затраты энергии на единицу производимой продукции;

• применение более совершенного энергетического оборудования, имеющего высокий КПД преобразования первичного энергетического ресурса во вторичный, используемый в сельскохозяйственных технологиях.

3. Оценку экономической эффективности мероприятий по реализации резерва и потенциала экономии топливно-энергетических ресурсов следует проводить по методике, разработанной Институтом экономики и утвержденной Минсельхозпродом Российской Федерации (Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники, Москва, 1998 г.).

Заключение по п. 1.

Представленная общая методика энергетического мониторинга сельскохозяйственных объектов при определении резервов и потенциала топливно-энергетических ресурсов предназначена для применения при энергетической оценке различных сельскохозяйственных машинных технологий, цехов и предприятий. Она дает возможность выбрать и оценить фактические, нормативные и эталонные затраты и рассчитать величины резерва и потенциала экономии энергоресурса. Для реализации резерва и потенциала энергоресурса даются методический подход выбора мероприятий и последовательность действий лица, проводящего энергетический мониторинг.

Литературные источники и нормативные документы

1. Р.Д. 50-374-82 Методические указания по составу и содержанию вносимых в стандарты и технические условия нормативов расхода топлива и энергии на единицу продукции (работы).

2. Основные положения по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве. — М.: Атомиздат, 1990.

3. Отраслевые нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений. — М.: Колос, 1990.

4. Общесоюзные нормы технологического проектирования птицеводческих предприятий ОНТИ 4-88. — М.: Госагропром СССР, 1988.

5. Строительные нормы и правила. СниП Б, п. 2, разд. 2. Строительная климатология и геофизика ПА-6. — М.: Стройиздат, 1976.

6. Нормы расхода электрической энергии в сельскохозяйственном производстве на XII пятилетку. — М.: МСХ, 1983.

7. Нормативы расхода электрической энергии на производство продукции (биофункциональные производственные системы птицеводства. Энергосбережение, рекомендации по стандартизации). — М., 1997.

8. Нормы расхода теплоты и котельно-печного топлива в сельскохозяйственном производстве на XII пятилетку. — М., ВИЭСХ, 1983.

9. Нормы расхода электрической энергии в сельскохозяйственном производстве на XII пятилетку. — М., ВИЭСХ, 1983.

10. Методика проведения энергетических обследований (энергоаудита) бюджетных учреждений. — Нижний Новгород, 2000.

11. Правила проведения энергетических обследований организаций Минтопэнерго, 25.03.1998.

2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА, ВЫЯВЛЕНИЕ РЕЗЕРВОВ И ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИИ ТЭР

В современных российских экономических условиях в структуре затрат на производство овощей в защищённом грунте значительный удельный вес занимает тепло (около 50%), что обусловлено резким ростом цен на энергоносители и энергоёмкой спецификой производства (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Структура затрат, %

Заработная плата	Семена, удобрения и другие материалы	Энерго-затраты	Амортизация	Прочие затраты	Итого
10	6,3	50,9	26	6,8	100

Кроме того, большая часть теплиц эксплуатируется свыше 20 лет, а предельный срок их службы 20-25 лет. Отечественные теплицы имеют выход продукции с 1 м^2 на 40% меньше, чем зарубежные, повышенное энергопотребление вследствие технической отсталости.

Для выявления потенциала энергосбережения в защищённом грунте России и определения наиболее эффективных путей его реализации необходимо осуществлять энергетическое обследование крупных и средних тепличных комбинатов. Проведение аудита вызвано исполнением принятой в 1998 г. Минсельхозпродом Российской Федерации "Отраслевой целевой программы по развитию

и повышению эффективности овощеводства и грибоводства защищённого грунта России на 1998-2005 гг.", в которой записано, что сокращение потребления ТЭР в защищённом грунте является одной из основных целей.

По результатам энергетического обследования тепличных комбинатов необходимо разработать:

оптимальный режим потребления ТЭР;

программу по энергосбережению, включающую мероприятия по реализации основных направлений энергосбережения с указанием ожидаемых конечных результатов (в том числе исполнителей мероприятий программы и сроков их выполнения).

Содержание энергетического обследования:

оценка технического состояния конструкций теплиц;

оценка технического состояния энергопотребляющего технологического основного и вспомогательного оборудования тепличных комбинатов, систем энергосбережения, распределительных систем;

анализ обоснованности параметров энергетических потоков, используемых в технологическом процессе, и оценка возможности их снижения;

анализ системы регулирования и учёта расхода тепла и электроэнергии;

разработка мероприятий по сбережению ТЭР в энергетической системе тепличных комбинатов.

С целью снижения энергозатрат при эксплуатации теплиц желательно осуществлять контроль только двух основных энергоемких процессов, на долю которых падает почти 100% расхода энергии, обогрева и дополнительного облучения растений.

Уровни освещённости в зависимости от фазы роста растений и продолжительности их облучения:

всходы (непрерывно, 24 ч в сутки, 2-3 дня), $E_н$ = 8000-12000 лк;

сеянцы (не менее 300 шт. на 12-16 ч в сутки, 10-12 дней), $E_н$= 8000-12000 лк;

нерасставленная рассада (16 ч в сутки, 10-15 дней), $E_н$= 5000-6000 лк;

расставленная рассада (12-14 ч в сутки, 20-25 дней), $E_н$= 2500-3500 лк;

светокультура (не более 20 ч в сутки, октябрь-март), $E_н$= 10000-15000 лк.

Удельный расход тепла:

блочные теплицы с металлическим каркасом — 1,093 гкал/м^2, ангарные — 1,46 гкал/м^2.

Опыт практической работы ряда тепличных комбинатов, а также проведенные расчеты показывают, что без решения проблемы экономии тепла, а в конечном итоге автоматического управления микроклиматом теплиц внедрение всех прогрессивных технологий не даст той урожайности, на которую они потенциально способны.

Учитывая, что проблема энергосбережения возникла буквально в последние годы, отечественные проектные институты о реконструкции теплиц не думали и в настоящее время они практически не имеют ни готовых проектно-технологических решений, ни перспективных разработок. Однако в передовых тепличных хозяйствах, таких как ГСП "Тепличный" (Ивановская обл.), ГУПК "Тепличный" (Владимировская обл.), ГСП "Дубки" (Ярославская обл.) и ряд других комбинатов, уже внедряются некоторые мероприятия, способствующие значительному снижению энергозатрат. Например, неплохой эффект можно получить при внедрении бокового ограждения теплиц из сотового поликарбоната.

Научно-производственная корпорация защищенного грунта "Агроинжстрой" (генеральный директор Ю. М. Беликов) разработала проектно-технологическое решение реконструкции стальных теплиц АЗСТ (Антрацитовский завод сборных теплиц), которые составляют основу тепличного парка России. Реконструкция проводится на тепличном комбинате "Звенигород".

В табл. 2.2-2.4 представлены данные по расходу тепла при различных типах бокового ограждения и крыши теплицы. Экономия тепла достигается в результате не только применения новых ограждающих материалов, но и разделения систем отопления на независимые контуры (от трех до пяти).

При проверке светотехнических установок в теплице необходимо замерить коэффициент неравномерности освещенности. В рабочей зоне он не должен быть меньше 0,8, а в краевых зонах — не менее 0,5. Для замера уровня освещенности можно рекомендовать люксметр Ю-116. Для перевода различных измерений освещённости (в люксах) в облученность в области ФАР (в Вт/м^2) можно использовать следующие переводные коэффициенты: для солнечного

света — 0,00402, ДНаТ — 0,00245, ламп накаливания — 0,00397, ДЛРФ — 0,00262, МГЛ — 0,00305.

Расчет требуемого числа светильников (N_c) для обеспечения $E_н$ (лк) может быть проведён по формуле

$$N_c = \frac{E_н \cdot K_з \cdot A}{n \cdot Ф_л \cdot \eta_{св} \cdot \eta_{исп}} \text{ (шт.)},$$

где А — площадь теплицы, $м^2$;

n — количество ламп в одном светильнике;

$Ф_л$ – световой поток одной лампы, лм (из каталога, ТУ);

$\eta_{св}$ — КПД светильников;

$\eta_{исп}$ — КПД использования осветительных установок (например, $\eta_{исп}$= 0,7);

$K_з$ — коэффициент запаса, учитывающий старение лампы и спад светового потока за время эксплуатации (для МГЛ и ДНаТ можно принять, например, $K_з$ = 1,2-1,25).

Потери в балласте можно принять за 10% от мощности лампы.

Необходимо также проверять: наличие компенсаторов реактивной мощности (можно рекомендовать отечественные компенсаторы реактивной мощности типа ККУ-0,38), соответствие источника света световой зоне региона, обеспечение минимального затенения естественного света.

Однако наибольшего эффекта снижения энергозатрат можно достичь только при комплексном решении этой проблемы, включая и оптимальный подбор источников тепла, установку приборов учёта тепловой энергии и т.п. Заслуживает внимания опыт работы ЗАО "Тепличное" (г. Екатеринбург), где тепличные комбинаты № 1-8 и 10 площадью 13 га обеспечиваются тепловой энергией через городскую теплоцентраль, а № 9 площадью 6 га получает ее от собственной газовой котельной. В этом хозяйстве был проведен анализ удельных расходов потребления тепловой энергии тепличными комбинатами за год. В табл. 2.5 представлены данные по динамике затрат ТЭР в овощеводстве защищённого грунта ЗАО "Тепличное".

Таблица 2.2

Динамика потерь тепла теплицами типа "Антрацит" площадью 1 га в зависимости от конструкции ограждения Москва (Тн = –32°С)

Тип конструкции ограждения теплиц	Максимальный часовой расход тепла, Вт	Удельный расход тепла, Вт/м^2	Годовой расход тепла, мВт	Уменьшение потерь тепла в % от стандартного
1	2	3	4	5
Вертикальное одинарное остекление в металлическом переплете. Кровля и форточки из одинарного остекления в металлическом переплете	6151636	583	13266	0
Вертикальное двойное остекление в металлическом переплете. Кровля и форточки из одинарного остекления в металлическом переплете	4736760	449	10215	23
Вертикальное одинарное ограждение из поликарбоната в металлическом переплете. Кровля и форточки из одинарного остекления в металлическом переплете	4808580	455	10370	21,8
Вертикальное одинарное ограждение из поликарбоната в металлическом переплете. Кровля из одинарного поликарбоната в металлическом переплете. Форточки из одинарного остекления в металлическом переплете	3769560	357	8129	39

Продолжение табл. 2.2.

1	2	3	4	5
Вертикальное одинарное ограждение из поликарбоната в металлическом переплете. Кровля и форточки из одинарного поликарбоната в металлическом переплете	3003210	284	676	51,2

Таблица 2.3

Динамика потерь тепла теплицами типа "Антрацит" площадью 1 га в зависимости от конструкции ограждения Кисловодск (Тн = –20°С)

Тип конструкции ограждения теплиц	Максимальный часовой расход тепла, Вт	Удельный расход тепла, Вт/м^2	Годовой расход тепла, мВт	Уменьшение потерь тепла в % от стандартного
1	2	3	4	5
Вертикальное одинарное остекление в металлическом переплете. Кровля и форточки из одинарного остекления в металлическом переплете	4581000	433,8	9317	0
Вертикальное двойное остекление в металлическом переплете. Кровля и форточки из одинарного остекления в металлическом переплете	3527370	334	7174	23
Вертикальное одинарное ограждение из поликарбоната в металлическом переплете. Кровля и форточки из одинарного остекления в металлическом переплете	3580850	339	7283	21,8
Вертикальное одинарное ограждение из поликарбоната в металлическом переплете. Кровля из одинарного поликарбоната в металлическом переплете. Форточки из одинарного остекления в металлическом переплете	2807080	266	5709	39

Продолжение табл. 2.3

1	2	3	4	5
Вертикальное одинарное ограждение из поликарбоната в металлическом переплете. Кровля и форточки из одинарного поликарбоната в металлическом переплете	2236430	212	4548	51,2

Таблица 2.4

Динамика потерь тепла теплицами типа "Антрацит" площадью 1 га в зависимости от конструкции ограждения. Сургут (Тн = –47°С)

Тип конструкции ограждения теплиц	Максимальный часовой расход тепла, Вт	Удельный расход тепла, Вт/м^2	Годовой расход тепла, мВт	Уменьшение потерь тепла в % от стандартного
1	2	3	4	5
Вертикальное одинарное остекление в металлическом переплете. Кровля и форточки из одинарного остекления в металлическом переплете	8114922	768,8	21770	0
Вертикальное двойное остекление в металлическом переплете. Кровля и форточки из одинарного остекления в металлическом переплете	6248490	592	16763	23
Вертикальное одинарное ограждение из поликарбоната в металлическом переплете. Кровля и форточки из одинарного остекления в металлическом переплете	6343230	601	17017	21,8
Вертикальное одинарное ограждение из поликарбоната в металлическом переплете. Кровля из одинарного поликарбоната в металлическом переплете. Форточки из одинарного остекления в металлическом переплете	4972550	471	13340	39

Продолжение табл. 2.4.

1	2	3	4	5
Вертикальное одинарное ограждение из поликарбоната в металлическом переплете. Кровля и форточки из одинарного поликарбоната в металлическом переплете	3961680	375	10628	51,2

На тепличном комбинате № 10, где обогрев осуществлялся от городской теплоцентрали, удельный расход тепла составил 1,35 Гкал/м^2, а для блочных теплиц с металлическим каркасом он должен составлять 1,093 Гкал/м^2 (превышение нормы на 23,5%). Рост теплопотребления в основном объясняется тем, что ТЭЦ не выдерживала температурный график.

Таблица 2.5

Динамика затрат на ТЭР в овощеводстве защищенного грунта

Показатели	Растениеводство (защищенный грунт)	
	всего	в том числе тепл. комб. № 9
1	2	3
1995 г.		
Всего затрат, тыс. руб.	17386914	4583907
В том числе на ТЭР:		
тыс. руб.	7151733	2073015
%	41,3	45,7
Из них:		
электроэнергия:		
тыс. руб.	226037	48407
%	1,5	1,0
теплоэнергия:		
тыс. руб.	6925696	2024608
%	39,8	44,7
1996 г.		
Всего затрат, тыс. руб.	29303900	7424100
В том числе на ТЭР:		
тыс. руб.	13551700	3469800
%	46,2	46,7
Из них:		
электроэнергия:		

Продолжение табл. 2.5

1	2	3
тыс. руб.	462300	83000
%	1,6	1,1
теплоэнергия:		
тыс. руб.	13089400	3386800
%	44,6	45,6
1997 г.		
Всего затрат, тыс. руб.	34376348	8071784
В том числе на ТЭР:		
тыс. руб.	17555887	3406750
%	51,1	42,2
Из них:		
электроэнергия:		
тыс. руб.	445022	81437
%	1,3	1,0
теплоэнергия:		
тыс. руб.	17110865	3325313
%	49,8	41,2

В тепличном комбинате № 9, который обеспечивался теплом от собственной котельной, удельный расход тепловой энергии составил 0,8-0,9 Гкал/м^2.

Проведя анализ выпускаемых приборов коммерческого учета по тепловой энергии, хозяйство остановилось на приборах "ТАРАН-Т" (г. Обнинск). Они были установлены 01.01.1998 г. За январь — март 1998 г. израсходовано 81714,3 Гкал, что на 25% меньше потребления за тот же период 1997 г. — 102181,9 Гкал. Среднемесячная температура в 1998 г. была несколько ниже, чем в тот же период 1997 г.

В результате проведённых мероприятий по снижению удельного расхода на единицу производственной площади по тепличным комбинатам № 1-8 и 10 удельный расход составил 0,2-0,28 тут/м^2, тогда как по комбинату № 9 всего 0,15-0,18 тут/м^2.

Энергетический мониторинг в растениеводстве защищённого грунта показал, что в настоящее время с целью значительного снижения энергозатрат необходимо провести следующие основные энергосберегающие мероприятия.

1. Реконструкция ограждений и систем обогрева существующих теплиц:

применение для вертикального ограждения, кровли и форточек поликарбоната сократит потери тепла до 50%;

применение многоконтурных систем отопления сократит потери тепла на 20-30%;

установка экранов даст экономию тепла до 20%;

применение погонажных герметиков снизит потери тепла на 7-9%.

установка двухслойного ограждения по периметру теплицы с применением плёнки, стекла или макролона уменьшит потери тепла на 4%.

2. Строительство газовых котельных на тепличных комбинатах с целью обеспечения оптимального режима теплоснабжения, демонтаж газовых водонагревателей на полив (снижение удельного расхода энергоресурсов до 25%).

3. Применение усовершенствованных отечественных светильников с лампами ДРИ-1000, ДРИ-2000, ДМ-1000, ДМ-3000 и др. (например, светильников УОРТ-15-400-ПОП-ДнаТ) позволит сэкономить до 320 тыс. кВт·ч. на 1 га в год.

4. Применение отечественных компенсаторов реактивной мощности ККУ-0,38 даст возможность снизить затраты электроэнергии до 2 млн кВт·ч в год.

5. Обязательное применение приборов коммерческого учёта по тепловой энергии (например, типа "ТАРАН-Т" в ЗАО "Тепличное" за три месяца в 1998 г. обеспечило уменьшение потребления тепла более чем на 25%).

6. Повышение ответственности ТЭЦ за выдерживание проектных параметров теплоносителя, так как при нарушении температурного графика удельная норма теплопотребления в тепличных комбинатах может увеличиться до 20-25%.

7. Внедрение передовых технологий выращивания растений и грибов.

8. Применение тепловых насосов, использующих низкопотенциальное тепло окружающей среды (воды, воздуха, земли, солнца) для обогрева теплиц.

3. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

Основная цель энергетического мониторинга технологии хранения — минимизировать удельные энергозатраты на единицу продукции при обеспечении ее максимального выхода от производителя к потребителю, с минимальными потерями при хранении. На производство любой плодоовощной продукции расходуются материальные (машины и оборудование, здания и сооружения, транспорт, инвентарь и семена), энергетические (топливо, электроэнергия) и трудовые ресурсы (прямые и косвенные затраты труда).

Энергоаудит действующих хранилищ плодоовощной продукции

Разнообразие типов хранилищ затрудняет их энергетический мониторинг, однако, можно выделить основные группы производственных объектов, по которым следует проводить описание и оценку хранилищ по энергетическим ресурсам: здание хранилища, система вентиляции, технологические линии, система контроля и управления.

Мониторинг здания хранилища включает: уточнение местоположения (географическая ориентация, дороги, производители и потребители продукции); выяснение номера типового проекта хранилища; срок эксплуатации хранилища; описание хранилища по видам и составу заложенной продукции; определение коэффициента использования объема хранилища (высоты загрузки продукции); проверку планировки хранилища (описание устройства стен, перекрытий, крыши, пола, материалов, из которых они сооружены, толщины теплоизоляционного слоя, его марки); установление общих нормированных энергетических показателей (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Энергоаудит типового хранилища картофеля (№703-1-5.86)

Показатели	Значение нормы
Проектная мощность, т	3000
Высота насыпи, м	2,8-4
Расход тепла, ккал/ч·т	26
Расход воды в сутки, $м^3$/т	39,8
Расход холода, ккал/ч·т	8,41
Электрическая мощность, кВт·т	0,10
Освещение, кВт/т	0,008
Годовой расход электрической энергии, кВт·ч	1181080
Особенности конструкции	Металлические

При описании характеристики системы вентиляции указывают принцип ее действия (централизованная, децентрализованная, комбинированная). Основная характеристика принудительной вентиляции — кратность воздухообмена (норма воздухообмена 20-30 раз). Основной показатель системы активного вентилирования — удельная подача воздуха: для картофеля — 50-80 $м^3$/ т·ч (4-6 раз в сутки по 30 мин), лука — 70-100 $м^3$/т·ч (2-3 раза в сутки по 40 мин), для капусты — 100-120 $м^3$/т·ч (5-6 раз в сутки по 40 мин). Далее осуществляется сбор данных по установленным в хранилище вентиляторам (марка, производительность, мощность электропривода). Оценивается равномерность вентилирования (конструкция и размещение воздухораспределителей, высота слоя насыпи, наличие в продукции примесей) и вентиляционные выбросы (рециркуляция, рекуперация).

При описании характеристики технологических линий механизированных работ в хранилище описывают их организацию, обслуживающий персонал, указывают марку, производительность, установленную мощность линий (для загрузки и выгрузки продукции, послеуборочной обработки, товарной подготовки, переработки и фасовки, гибкие блочно-модульные линии).

При описании биоэнергосберегающей функции системы контроля и управления режимами хранения определяются основные

показатели по потерям продукции: естественная убыль, технический брак, абсолютный отход. Анализируются акт закладки и журнал наблюдений за условиями хранения.

Расчетные таблицы определения резерва энергосбережения

Сравнительная оценка энергоемкости технологии хранения на городских базах и в местах производства показывает, что вариант хранения в местах производства энергоэкономичнее на 14%, что составляет 1270 мДж (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Энергоемкость уборки, послеуборочной обработки, товарной подготовки, транспортировки картофеля и хранения его на городских базах и в местах производства

Основные составляющие энергозатрат	Место хранения	
	село	город
Энергия на использование основных средств, мДж/т	3669,55	4428,74
Прямые затраты электроэнергии, ГСМ и бензина, мДж/т	3210,47	3618,82
Затраты энергии на живой труд, мДж/т	1358,62	1461,82
Всего энергозатрат, мДж/т	8238,64	9509,38
Биоэнергия реализованного картофеля от 1 т (3700 мДж/т), заложенного на хранение, мДж/т	2974,80	2046,10
Энергетический к.п.д.	0,36	0,22

В общей структуре энергозатрат (первый этап — возделывание-уборка, второй — послеуборочная доработка-хранение-товарная обработка, третий этап — транспортировка-переработка-реализация) технология хранения составляет 32%, при этом особенно высоки затраты электроэнергии (71%). Основные энергозатраты приходятся на товарную обработку и подготовку (табл. 3.2).

Таблица 3.3

Оценка энергоемкости технологии хранения в системе воспроизводства плодоовощной продукции (хранилище картофеля на 3 тыс. т)

Объекты, технологии, процессы	Уровни энергозатрат, мДж/т	Потенциал экономии, %	Способ экономии энергоресурсов
1	2	3	4
1. Рынок производства:	-3800 (35%)	70	
1.1.Возделывание:	-1540±50		
на продовольствие			Урожайность
на семена			Сортность
на переработку			Химический состав
1.2. Уборка:	-1260±70	30	
прямоточная			Минимальные повреждения
поточная			Минимальные примеси
перевалочная			Минимальные потери
2.Комплекс хранилища:	-3441 (32%)	50	
2.1. Биокомплекс-продукция:	+3700±50	20	
виды продукции			Размещение
сорта продукции			Распределение
категории качества			Сортирование
2.2. Здания:			
хранилище		10-15	Теплоизоляция
высота насыпи		15-20	Селекционирование
бесконденсатность		27	Оптимизация
2.3.Комплексы машин:			
приема и обработки	-57-316	10-30	Гибкие модули
выгрузки и подготовки	-56-1280	5-10	Унификация
электротехнологии	-180	15-20	Улучшение качества
2.4.Комплекты оборудования:	-1036		

Продолжение табл. 3.3.

1	2	3	4
вентиляция		5-10	Привод ЭРС
охлаждение		60	Холодоаккумуляция
газовая среда		80	Био РГС
отопление		60	Нетрадиционные источники энергии
освещение		5-10	Автоматизация
2.5. Контроль и управление:	-31		
микроклиматом		40	Многоуровневое управление
качеством продукции		30	Функциональный диагноз
спросом и предложением		25	Информационные системы
ресурсометрированием		15	Прогнозирование
3. Рынок реализации:	-3640 (33%)	40	
3.1. Подготовка к реализации:			
отбор и стимуляция семян	-655	20-30	Продуктивность
линии переработки	-1260	10-15	Сокращение потерь
линии фасовки	-1368	20	Автоматизация
транспортировка	-199±50	25	Сбережение качества
отходы продукции	-1120±550		
3.2. Использование отходов:			
линия подготовки отходов	-630		
корм для животных	+364	50	Вторичное использование
выделение компонент	+100	35	Возобновление
Всего	10881 (100%)	30-40	
Годовой потенциал энергосбережений	3808		

Сочетание процессов обработки, хранения и подготовки в едином комплексе на базе хранилища дает возможность экономии энергозатрат. Комплекс машин для "гибких" процессов подготовки, загрузки и выгрузки картофеля и овощей создан и выпускается в нашей стране и за рубежом. Его применение снижает потери продукции до 30%, себестоимость продукции и затраты труда — на 10-30%, повышает чистую прибыль в 1,5-3 раза и в целом обеспечивает конкурентоспособность сельскохозяйственных предприятий в рыночных условиях (табл. 3.4). Основные направления дальнейшего совершенствования "гибких" линий: автоматизация процессов, уменьшение повреждений продукции, повышение качества подготовки продукции к хранению.

Таблица 3.4

Оценка энергозатрат блочно-модульных комплексов машин для подготовки и загрузки плодоовощной продукции в хранилище

Показатели	Марка, страна					
	КСП-15В (Россия)	ПК-94 (Россия)	ТЗК-50 (Россия)	"Sistem 1200" (Англия)	"Vannier" (Франция)	"Euzoline" (Нидерланды)
Производительность, т/ч	18	70	70	25	50	100
Потребляемая мощность, кВт	16	27	11,8	8	10	12
Энегрозатраты:						
кВт·ч/т	0,88	0,38	0,16	0,32	0,20	0,12
мДж / т	3,16	1,36	0,57	1,15	0,72	0,43

Потенциалы энергоресурсосбережения технологии хранения:

- за счет высокой продуктивности сохраненного семенного материала в 1,5-2 раза;
- за счет сокращения потерь продукции при хранении — с 30-50 до 10-15%;

• за счет снижения расхода материально-энергетических ресурсов при хранении — на 15-25%;

• за счет уменьшения затрат труда при хранении — в 1,5-1,6 раза;

• за счет безотходности реализации сохраненной продукции — в пределах 80-90%.

Перечень основных энергосберегающих мероприятий:

1. До закладки продукции на хранение осуществлять управление технологией возделывания продукции для формирования высокого урожая и однородного качества продукции в соответствии с требованиями потребителя и условий хранения.

2. Хранение плодоовощной продукции и семян в местах производства.

3. Применение прямоточной (комбайн-хранилище) технологии уборки, сокращающей процессы обработки и подготовки продукции к хранению.

4. Использование накопительной вентилируемой площадки или секционных бункеров-накопителей для временного хранения, перераспределения и сортирования продукции, поступающей на раннюю реализацию или на длительное хранение.

5. Адресное, дифференцированное размещение продукции в закромах, секциях и камерах хранилища в соответствии с планом и прогнозом хранения.

6. Сочетание процессов приема, обработки, хранения, подготовки и реализации в едином комплексе на базе хранилища.

7. Применение гибких машинных технологий (загрузка, обработка, выгрузка, подготовка и переработка продукции) с блочно-модульным способом компоновки типов КСП-15, ПК-94, ТЗК-30.

8. Применение современных электротехнологий модификации качества продукции и воздушной среды (обеззараживание, дозревание, заживление повреждений, стимуляция прорастания семян).

9. Утепление дверей, ворот, заполнение швов, внешнее покрытие теплоизолирующими материалами (минераловата, пенопласт, газосиликат, керамзит, полистеролбетон, ячеистый бетон).

10. Сокращение сроков хранения нележкоспособной продукции.

11. Использование электронно-оптических средств функционально-структурно-параметрической диагностики качества продукции и технологических процессов (определение оптимальных сроков уборки и окончания хранения продукции, определение сортовых температурно-влажностных режимов хранения, компоновка технологических линий обработки и подготовки продукции, прогнозирование и планирование процесса хранения с учетом условий производства и реализации продукции).

12. Использование информационных баз данных АПК (сорта овощных культур; диагностика грибных, бактериальных и вирусных заболеваний растениеводческой продукции, управление формированием урожая и качеством картофеля, автоматизированная информационная система по нормативным требованиям к безопасности продукции, мировые цены на сельхозпродукцию, семена сельхозкультур).

13. Оптимизация процесса вентилирования при неполной загрузке хранилища, выпадении конденсата, подогреве воздуха и просушивании, при рециркуляции и рекуперации.

14. Применение водо-ледяных аккумуляторов естественного и искусственного холода в сочетании с холодильными установками.

15. Применение современных средств автоматизации управления электроприводами, осветительными (локальные, программные, пониженной интенсивности) и облучательными установками.

16. Применение многоуровневой системы управления микроклиматом, учитывающей сортовые особенности продукции, самосогревание, качественный состав поступившей продукции, биохимические и физиологические параметры, удовлетворяющие потребителя.

17. Применение нетрадиционных видов энергии для вентиляции, подогрева, дополнительного и аварийного электроснабжения, питания контрольно-измерительных приборов.

18. Применение современных биотехнологий переработки продукции.

19. Использование биоотходов для корма животных и выделенных биокомпонент для пищевой промышленности.

4. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ В КАЧЕСТВЕ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕПЛОТЫ И ТЕХНОЛОГИЯХ ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ, ГАЗ И ТВЕРДОЕ ТОПЛИВО, ВЫЯВЛЕНИЕ РЕЗЕРВА И ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИИ ТЭР

В данном разделе рассматривается энергетический мониторинг по оценке фактического состояния систем и технических средств теплоснабжения на действующих объектах и сравнение их показателей с расчетными (нормируемыми) или лучшими практическими результатами на примере животноводческих ферм.

4.1. Исходные данные и показатели для определения энергозатрат в тепловых процессах животноводческих ферм

На животноводческих фермах теплота используется в основном для обеспечения требуемых параметров микроклимата и приготовления горячей воды и пара на технологические нужды.

При проектировании животноводческих ферм, в частности, систем их теплоснабжения, руководствуются отраслевыми нормами технологического проектирования (НТП) и нормами расхода тепловой и электрической энергии, в которых соответственно приведены требования к параметрам микроклимата и горячей воды, нормы расхода энергии в кВт·ч на одну голову животного.

В табл. 4.1 приведены нормы параметров внутреннего воздуха и требования к отоплению и вентиляции на фермах КРС.

Кроме использования теплоты на поддержание требуемых параметров микроклимата, необходимо подогревать воду. Температуру горячей воды для производственных нужд принимают: для подмывания вымени у коров — 40-45°С, мойки молокопроводов, молочных резервуаров, ведер и т.п. — 55-65°С, приготовления кормов в телятниках — 40-65°С.

Температура воды для поения: телят — 14-16°С, остального поголовья — 8-12°С.

В табл. 4.2. представлены нормативные параметры внутреннего воздуха и требования к отоплению и вентиляции помещений на свиноводческих фермах. Кроме того, для обогрева поросят — сосунов в станках для подсосных маток рекомендуется применять специальные системы локального отопления (обогрев пола, лучистый обогрев и др.).

Площадь обогреваемого пола принимается от 1 до 1,5 м^2 на один станок, а температура в зоне нахождения поросят — от 30°С (±2°С) с постепенным снижением ее к отъему поросят от маток до 22°С.

Таблица 4.1

Здания и помещения	Группа животных	Содержание животных	Расчетная температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	Содержание примесей, (не более)		
						углекислый газ, %	аммиак, мг/м^3	сероводород, мг/м^3
Коровники, здания для молодняка старше одного года:	Коровы, нетели, молодняк старше одного года	В стойлах, боксах, групповых клетках	10	75-40	0,5-1	0,25	20	Следы
родильное отделение	Коровы глубокостельные	Привязное и в денниках	15	75-40	0,3-0,5			
профилакторий	Телята до 20-дневного возраста	В индивидуальных клетках	17	75-40	0,3-0,5	0,2	10	5
Телятники	Телята от 14 дней до 6 месяцев	В боксах, групповых клетках	15	75-40	0,3-0,5	0,25	15	5
Доильно-молочный блок			17	75	0,3-0,5			

Таблица 4.2

Здания и помещения	Температура воздуха в помещениях, °С			Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
	расчетная	max	min		
Свинарники — помещения для холостых и супоросных маток и хряков	16	19	13	75-40	0,3-1
То же для поросят-отъемышей и ремонтного молодняка	20	22	18	70-40	0,2-0,6
Свинарник-откормочник — помещение для содержания свиней	18	20	14	75-40	0,3-1
Свинарник-маточник — помещение для тяжелосупоросных и подсосных маток	20	22	18	70-40	0,15-0,4

В табл. 4.3 представлены усредненные нормы расхода теплоты и топлива на животноводческих фермах для условий Центрального района европейской части России.

Таблица 4.3

Помещения	Нормативные параметры	
	расход теплоты, кВт·ч/гол. в год	расход условного топлива кг/гол. в год
Фермы КРС молочного направления с выращиванием телят до 20 дней	1140	320/220
Фермы КРС молочного направления с выращиванием телят до 6 месяцев	1488	456/261
Фермы КРС молочного направления с выращиванием ремонтного молодняка	1474	452/258
Комплексы по выращиванию и откорму молодняка	1449	475/272
Комплексы по производству молока	1101	338/193
Свиноводческие племенные репродукторные фермы (свинарники-маточники)	3500	1073/615
Комплексы и фермы по выращиванию и откорму свиней	490	150/86

4.2. Методические положения по расчету энергозатрат на теплоснабжение животноводческих ферм

Определение энергозатрат на теплоснабжение животноводческих помещений производят путем решения уравнения теплового баланса, в котором приходными статьями являются теплота, выделяемая животными и поступающая от отопительных установок, а расходными статьями — теплота, теряемая через ограждения помещений, на испарение с мокрых поверхностей пола и на подогрев приточного воздуха:

$$Q_0 + Q^{св}_ж = Q_{огр} + Q_{исп} + Q_{ув}, \qquad (4.1)$$

где Q_0 — тепловой поток от отопительной установки, кВт;

$Q^{св}_ж$ — поток свободной теплоты от животных, кВт;

$Q_{огр}$ — тепловой поток потерь через ограждения, кВт;

$Q_{исп}$ — поток теплоты на испарение влаги от смоченных поверхностей, кВт;

$Q_{ув}$ — тепловой поток на обогрев приточного воздуха, кВт.

Тепловой поток потерь через наружные ограждения здания для содержания животных определяют из выражения:

$$Q_{огр} = Q_{ст} + Q_п + Q_{пол} + Q_{ок} + Q_{дв} =$$
$$[F_{ст}/R_{ст} + F_п/R_п + F_{пол}/R_{пол} + F_{ок}/R_{ок} + F_{дв}/R_{дв}] \times (t_в - t_н) \times 10^{-3}, \quad (4.2)$$

где $F_{ст}$, $F_п$, $F_{пол}$, $F_{ок}$, $F_{дв}$ — площади соответственно стен, потолка, пола, окон, дверей, м^2;

$R_{ст}$, $R_п$, $R_{пол}$, $R_{ок}$, $R_{дв}$ — сопротивление теплопередаче стен, покрытий (потолка), пола,, окон, дверей, К·м^2/Вт;

$t_в$, $t_н$ — температура внутреннего и наружного воздуха, °С.

Экономически целесообразно при электротеплоснабжении сопротивление теплопередаче ограждения увеличивать до 2,5-3,5 К·м^2/Вт.

Сопротивление теплопередаче через пол определяют по зонам:

для первой зоны	$R_1 = 2{,}2 + P_{ут}$;	
для второй зоны	$R_2 = 4{,}3 + P_{ут}$;	(4.4.3)
для третьей зоны	$R_3 = 8{,}6 + P_{ут}$,	

где $R_{ут} = \Sigma (\delta/\lambda)$ — сопротивление утепляющих слоев пола толщиной δ с коэффициентом теплопроводности λ.

Теплопотери на испарение влаги со смоченных поверхностей пола определяют из выражения

$$Q_{исп} = 0{,}69\ (\omega^{см}_{исп} F_{см} + \omega^{кан}_{исп} F_{кан})\ 10^{-3}, \qquad (4.4)$$

где $\omega^{см}_{исп}$, $\omega^{кан}_{исп}$ — удельные влаговыделения за счет испарения со смоченных и открытых водных поверхностей навозных каналов, г/ч·м^2;

$F_{см}$, $F_{кан}$ — площадь соответственно смоченных и открытых поверхностей навозных каналов, м^2.

Количество теплоты, необходимое на обогрев холодного приточного воздуха, определяют из выражения

$$Q_{ув} = 0{,}278\ G_в\ (t_в - t_и)\ 10^{-3}, \qquad (4.5)$$

где $G_в$ — количество приточного воздуха, кг/ч.

Количество приточного воздуха для холодного периода года определяют из условий удаления избытков влаги из помещения по выражению

$$G_в = (\omega_ж + \omega_{исп})/(d_{вн} - d_н), \qquad (4.6)$$

где $\omega_ж$ — общие влаговыделения животных, г/ч;

$d_{вн}$, $d_н$ — влаговыделение внутреннего и наружного воздуха, г/кг.

Общие влаговыделения животных определяют из выражения

$$\omega_ж = n\ \omega_ж^0\ k'_t, \qquad (4.7)$$

где n — количество животных в помещении;

$\omega_ж^0$ — влаговыделение одного животного, г/ч (берут из НТП 1-99);

k'_t — коэффициент изменения влаговыделений животных в зависимости от температуры внутреннего воздуха (принимают по НТП 1-99).

Количество влаги, испаряющейся со смоченных поверхностей, для существующих типов животноводческих помещений можно приближенно принять равным 10% от количества влаги, выделяемой животными. Тогда формула (4.6) примет вид

$$G_в = 1{,}1\ \ \omega_ж / (d_{вн} - d_н)\,. \qquad (4.8)$$

Следует отметить, что для крупного рогатого скота величина воздухообмена из условия удаления влаги больше, чем из условия удаления углекислого газа.

Величины $d_{вн}$ и $d_н$ определяют по I-d диаграмме соответственно при допустимых значениях температуры и относительной влажности внутреннего воздуха и расчетных значениях параметров наружного воздуха.

Годовой расход теплоты на создание искусственного микроклимата в помещениях фермы определяется продолжительностью и средней температурой отопительного периода для данного помещения в заданном районе. Для их определения для животноводческих помещений рассчитывают граничную температуру наружного воздуха ($t_{н.гр}$), при которой возникает необходимость в подогреве:

$$t_{н.гр} = t_в - 10^3(Q^{св}_ж - Q_{исп}) / [0{,}278\ G_в + \sum (F_i/R_i)], \qquad (4.9)$$

где $Q^{св}_ж$ — поток свободной теплоты от животных, определяют из выражения

$$Q^{св}_ж = 1{,}163\ n\ g_{св}\ k_t\ 10^{-3}\,, \qquad (4.10)$$

где $g_{св}$ — поток свободной теплоты от одного животного, Вт (принимают по НТП 1-99);

k_t — коэффициент изменения тепловыделений животными в зависимости от температуры внутреннего воздуха.

В качестве внутренней температуры ($t_в$) берут расчетное (номинальное) значение, а не допустимое как при определении максимальной тепловой нагрузки.

Поступление в помещение теплоты от животных значительно сокращает отопительный период для животноводческих помещений. Продолжительность его z представляет собой сумму $\sum z_i$ продолжительности стояния температуры наружного воздуха t_1-t_i в часах, причем $t_i = t_{н.гр}$, а t_1 соответствует абсолютно минимальной температуре для данной местности. Интервал температуры равен 1°С. Значение продолжительности стояния $z_1 ... z_i$ температуры наружного воздуха $t_1 ... t_i$ принимают в соответствии с Климатологическим справочником СССР или по данным местной метеостанции.

В табл. 4.4 представлена продолжительность стояния температуры наружного воздуха в часах при расчетной температуре наружного воздуха для отопления $t_{ро} = -30°С$.

Таблица 4.4

Среднее значение температуры, °С	Всего часов за год	Среднее значение температуры, °С	Всего часов за год	Среднее значение температуры, °С	Всего часов за год	Среднее значение температуры, °С	Всего часов за год
-39,5	1	-27,5	14	-15,5	114	-3,5	218
-38,5	1	-26,5	24	-14,5	118	-2,5	226
-37,5	2	-25,5	22	-13,5	128	-1,5	245
-36,5	2	-24,5	29	-12,5	135	-0,5	238
-35,5	-	-23,5	35	-11,5	154	0,5	302
-34,5	2	-22,5	38	-10,5	157	1,5	276
-33,5	4	-21,5	41	-9,5	197	2,5	176
-32,5	6	-20,5	47	-8,5	191	3,5	176
-31,5	10	-19,5	64	-7,5	214	4,5	164
-30,5	8	-18,5	58	-6,5	195	5,5	196
-29,5	13	-17,5	77	-5,5	209	6,5	183
-28,5	15	-16,5	83	-4,5	183	7,5	188
						8,5	194
						9,5	201

Среднюю температуру наружного воздуха за отопительный период определяют из выражения

$$t_н^{ср} = (z_1 t_1 + z_2 t_2 + ... + z_i t_i) / (z_1 ... z_i) = (\sum z_i t_i) / (\sum z_i). \quad (4.11)$$

Годовой расход теплоты на вентиляцию (обеспечение микроклимата) животноводческого помещения определяют путем умножения среднечасового расхода теплоты $Q^{ср}_{ув}$ на продолжительность отопительного периода z .

Среднечасовой расход теплоты рассчитывают по формуле

$$Q^{ср}_{ув} = [\sum(F_i/R_i) + 0{,}278G_в] (t_в - t_н^{ср}) 10^{-3} + Q_{исп} - Q_ж. \quad (4.12)$$

Тогда годовой расход теплоты

$$A_{гм} = Q^{ср}_{ув} z k_в , \quad (4.13)$$

где $k_в$ — коэффициент включения периодической вентиляции.

Для определения энергозатрат на нагрев воды выбирают технологические операции, требующие ее подогрева, типы водонагревателей, количество дней их работы в году.

Количество подогреваемой воды определяют путем умножения нормы потребления одним животным, принимаемое по технологическим нормам НТП 1-99, на количество животных.

Максимальную тепловую нагрузку на горячее водоснабжение фермы ($Q_{гв}$) определяют исходя из суточных норм потребления горячей воды (g_i) и коэффициента неравномерности ее потребления в течение суток (β) по формуле

$$Q_{гв} = [1{,}163 \times 10^{-3}\, \beta\, (t_г - t_х)\, \Sigma g_i] / 24\,. \qquad (4.14)$$

При нагреве воды в емкостных электроводонагревателях в часы спада нагрузки в энергосистеме их емкость принимают равной суточной норме расхода горячей воды для рассматриваемой фермы или ее половине при двукратной в течение суток зарядке. В этом случае

$$Q_{гв} = [1{,}163 \times 10^{-3}\, (t_г - t_х)\, \Sigma g_i] / T_{зар}\,, \qquad (4.14а)$$

где $T_{зар}$ — время зарядки, ч.

Годовой расход теплоты на нагрев воды определяют по выражению

$$A_{гв} = 365 \times 10^{-3}\, (t_г - t_х)\, \Sigma g_i. \qquad (4.15)$$

Максимальную часовую потребность в паре ($G_{пар}$) определяют на основании суммирования суточных графиков потребления пара по отдельным процессам.

Расчетная тепловая нагрузка на получение пара $Q_{пар}$ для технологических целей определяется по максимальной часовой потребности в паре по формуле

$$Q_{пар} = 1{,}1\, G_{пар}. \qquad (4.16)$$

Годовой расход теплоты на получение пара составляет:

$$A_{г.пар} \cong 1{,}2\, \Sigma g_{пар\,i} \times T_{пар\,i},$$

где $g_{пар\,i}$ — суточная норма потребления пара на i-процесс, кг;

$T_{пар\,i}$ — время использования пара, дни.

Суммарный годовой расход энергии в животноводческом помещении

$$A = A_{гм} + A_{гв} + A_{г\,пар}. \qquad (4.17)$$

Результаты расчета для характерных помещений и технологических процессов фермы КРС на 400 голов приведены в табл. 4.5.

Таблица 4.5

Помещения	Расчетная мощность приборов отопления, кВт		Годовой расход энергии, кВт·ч	
	на отопление	на вентиляцию	на отопление	на вентиляцию
Коровник №2 на 200 коров	-	68	-	9207
Коровник №1 на 200 коров	-	68	-	9207
Молочный блок на 6 т молока	19	-	40511	-
Родильная на 48 коров	30	46	19157	58233
Ветсанпропускник на 30 человек с дезинфекционным блоком для транспортных средств	33	33	75335	65808
Ветпункт (амбулатория)	10	-	19709	-
Здание для трех тракторов	37	-	59880	-
Изолятор на пять мест	28	-	12186	-
Итого:				
на отопление и вентиляцию	154	215	226778	136455
на горячее водоснабжение	127,16		391051	
Итого на систему электротеплоснабжения	499,16		754284	

4.3. Определение фактических энергетических параметров и энергозатрат по отдельным тепловым процессам и в целом по объекту

Сравнительную оценку по использованию ТЭР в тепловых процессах животноводческих ферм рекомендуется проводить в соответствии с Методическими рекомендациями по следующей программе:

а) уточнить исходные данные типового проекта, по которому построена исследуемая ферма (количество ското-мест, численность работающих, общая площадь помещений, годовой расход тепла на технологические нужды, расчетная электрическая мощность, годовой расход электрической энергии и т.д.);

б) провести сопоставление на соответствие нормативных и расчетных показателей с фактическим их значением из годовых отчетов исследуемой фермы по позициям расхода топлива отопительным оборудованием и электроэнергии;

в) выполнить контрольные измерения по определению расхода топлива отопительным оборудованием фермы и расхода электроэнергии электрообогревательными установками на осуществление конкретного технологического процесса;

г) сопоставить нормативные (расчетные) и фактические показатели по расходу топлива и электрической энергии на производство животноводческой продукции за календарный год работы исследуемой фермы, сведя их к удельным расходам на одну голову животного;

д) провести анализ нормативных и фактических данных по годовому потреблению ТЭР исследуемой фермы и дать рекомендации по их экономии.

Расчет фактических энергозатрат осуществляется по бухгалтерским данным или путем измерения технологических параметров потребляемой мощности и часового (суточного) расхода энергии по отдельным процессам путем измерения с помощью счетчиков расхода тепловой и электрической энергии, а затем — определения годовых энергозатрат (по процессам и объекту в целом) в соответствии с расчетными формулами, приведенными в методических положениях по расчету энергозатрат.

Примерная форма заполнения таблицы расчетных и фактических данных по энергозатратам дана на примере одного животноводческого помещения (коровника) в табл. 4.6.

Результаты расчетных и фактических энергозатрат следует представить в виде табл. 4.7, в которой в качестве примера приведены расчетные затраты на теплоснабжение, освещение и электропривод для молочных ферм на 400 годов (ТП 801-01-5).

При определении параметров микроклимата руководствуются Методическими рекомендациями по исследованию систем микроклимата в промышленном животноводстве и птицеводстве (см. список литературы). Для измерения температуры используют лабораторный ртутный термометр марки ТЛ (или аналогичный), влажности воздуха — аспирационный психрометр Ассмана МВ-4М, скорости движения воздуха — ручной крыльчатый анемометр АСО-3 или чашечный МС-13, концентрации углекислого газа — универсальный газоанализатор УГ-2.

Установленную мощность электротеплового оборудования измеряют переносным комбинированным прибором марки Ц 4505М (электроизмерительные клещи).

Таблица 4.6

Сводная таблица для заполнения фактических и расчетных показателей по определению энергозатрат на конкретном объекте

Энергетические параметры и расход энергии	Расчетные данные (нормируемые)	Фактические данные	Разница в затратах	Процент потерь (экономии) энергии
1	2	3	4	5
Температура, °С:				
внутреннего воздуха				
наружного				
Относительная влажность внутреннего воздуха, %				
Потребляемая тепловая мощность для обеспечения микроклимата, кВт				
Расход энергии на микроклимат, кВт·ч:				
часовой				
годовой				

Продолжение табл.4.6

1	2	3	4	5
Расход горячей воды на технологические нужды, л:				
суточный				
годовой				
Расход энергии на получение горячей воды, кВт·ч:				
суточный				
годовой				
Расход энергии на получение пара, кВт·ч:				
суточный				
годовой				
Суммарный годовой расход энергии, кВт·ч				
Удельные годовые расходы энергии на одно животное, кВт·ч				

Для определения расхода тепловой энергии удобен счетчик теплоты марки ТС4-1, предназначенный для коммерческого учета тепловой энергии, контроля теплоснабжения, расхода теплоносителя, контроля температуры прямой и обратной воды, тепловой мощности, времени наработки. Наиболее применим электромагнитный теплосчетчик "Комбиметр" (расход 0,00075 — 180 м^3/ч), а также СТЭМ-3 и ТРЭМ, выпускаемые заводом "Молния". Также могут быть использованы импортные теплосчетчики (например, MULTIKAL, MULTIKAL COMPAKT, СТ1, СТ3 и др.).

Для контроля горячей и холодной воды может быть использован электромагнитный счетчик СВЭМ.М (расход 0,2-200 м^3/ч, температура 4-150°С), а также для холодной воды — счетчики ВСХ (расход 1,5-600 м^3/ч), горячей — ВСТ (расход 1,5-600 м^3/ч).

Для контроля газа может быть использован счетчик газа СВГ.М (расход от 4 до 1600 м^3/ч).

Для контроля расхода тепла могут быть использованы теплосчетчики СГСМ1 — ЭРИСВТ (тепловая нагрузка менее 0,5 Гкал/ч).

Для контроля количества тепла, отданного индивидуальным радиатором в помещении, применимы теплосчетчики RMK-87 (капиллярного типа, с визуальным считыванием показаний), RVK-95 (элек-

тронного типа) или V-93 (регистрация тепловой мощности от 150 до 5000 Вт). Последний служит для контроля затрат на отопление.

Автоматический учет расхода энергоресурсов объекта можно осуществлять с помощью специального микропроцессорного устройства регистрации (МУР), работающего в комплекте с теплосчетчиками, расходомерами (счетчиками) холодной воды, горячей воды и газа.

Таблица 4.7

Расчетные и фактические показатели энергозатрат на теплоснабжение, освещение и электропривод механизмов на ферме КРС молочного направления на 400 коров привязного содержания в климатических условиях Центральной зоны России

Основные помещения и процессы	Установленная мощность оборудования, кВт		Годовой расход энергии, кВт·ч	
	расчетная	фактическая	расчетный	фактический
Коровники — вентиляция	136		18414	
Родильная — вентиляция	46		58233	
Родильная — отопление	30		19157	
Молочный блок — отопление	19		40511	
Ветсанпропускник — вентиляция	33		65808	
Ветсанпропускник — отопление	33		75335	
Ветпункт — отопление	10		19709	
Здание для тракторов — отопление	37		59880	
Изолятор:				
отопление	28		12186	
горячее водоснабжение	127		391050	
электроосвещение	14		61200	
электропривод	24		353947	
Итого	*537*		*1175430*	
В том числе по процессам:				
отопление			226778	
вентиляция			142455	
горячее водоснабжение			391050	
электропривод			353949	
освещение			61200	

4.4. Основные способы и пути экономии энергоресурсов

Рациональное использование энергоресурсов заключается в уменьшении энергоемкости производимой продукции. Использование газа и электроэнергии, например, в системах обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях позволяет автоматически поддерживать параметры микроклимата на оптимальных уровнях. Это предотвращает значительные потери продукции, обусловленные нарушением микроклимата в помещениях для содержания животных.

Мероприятия, направленные на экономию энергоресурсов в животноводстве:

электронагрев воды для технологических нужд, т.е. в установках доения и первичной обработки молока, мойки посуды, поения животных осуществлять в основном без наружных тепловых сетей;

для нагрева воды на технологические нужды использовать электронагреватели элементного типа или бойлеры, для отопления помещений — электроконвекторы;

подогрев вентиляционного воздуха электронагревательными установками осуществлять в тех случаях, когда технология производства требует поддержания температуры воздуха с высокой точностью, а также с целью экономии энергии при необходимости поддерживать различную температуру воздуха в отдельных помещениях;

при формировании систем обеспечения микроклимата необходимо везде, где это возможно, использовать зонный принцип, при котором требуемый температурно-влажностный режим поддерживается не во всем помещении, а в конкретных зонах размещения животных (птицы) — особенно это касается молодняка раннего возраста При этом снижается среднее значение температуры внутреннего воздуха, а следовательно, и потребность в теплоте. В помещениях с молодняком животных это обеспечивается путем комбинированного электрообогрева зоны (зон) размещения животных с помощью электрообогреваемых площадок пола и источников лучистого (ИК) нагрева при электрокалориферном подогреве приточного воздуха и использовании электроконвекторов;

тепло, поступающее в животноводческие помещения от животных и обогревающих устройств, должно быть максимально утили-

зировано с помощью теплообменных аппаратов рекуперативного типа, применение наиболее совершенных теплообменных устройств позволяет утилизировать до 50-60% теплоты удаляемого вентиляционного воздуха;

электротепловые установки и системы, обслуживающие комплекс помещений, должны быть максимально децентрализованы с целью выработки теплоты непосредственно в месте ее потребления и возможности индивидуального регулирования теплового режима, что за счет исключения потерь в теплотрассах дает экономию энергозатрат до 30%;

в системах вентиляции животноводческих помещений следует широко применять прямоточные системы воздухораздачи, позволяющие использовать осевые вентиляторы, что способствует снижению расхода электроэнергии на вентиляцию до 20%;

в помещениях для откорма КРС и свиней, где при наружной температуре от 0 до -10°С не наблюдается дефицита теплоты, возможно применение рециркуляции воздуха до 30%;

для поддержания температуры и влажности воздуха в животноводческих помещениях на оптимальном уровне следует применять автоматическое многоступенчатое или плавное регулирование мощности и воздухопроизводительности установки;

при выращивании молодняка животных раннего возраста (телят, ягнят, поросят) во всех животноводческих помещениях необходимо применять местный (локальный) комбинированный электрообогрев, что дает экономию энергозатрат до 15-20%;

повышение термического сопротивления ограждающих конструкций (утепление);

проведение ряда организационно-технических мероприятий, направленных на устранение неоправданных потерь энергии, это, прежде всего, установка счетчиков потребления воды, газа, электроэнергии и постоянный контроль энергетических параметров и за потреблением ТЭР. Практика показывает, что экономия ТЭР в этом случае составляет около 10%;

мониторинг режимов работы огневого теплоэнергетического оборудования по определению его фактического КПД и сравнение с паспортными данными.

4.5. Рекомендуемое энергосберегающее оборудование. Резервы и потенциал экономии ТЭР и их влияние на технико-экономические показатели объекта

4.5.1. Рекомендуемое оборудование

С учетом указанных мероприятий и рекомендаций по экономии ТЭР предлагается к использованию на животноводческих фермах сельскохозяйственных объектов тепловое оборудование, представленное в табл. 4.8.

Таблица 4.8

Оборудование	Краткая техническая характеристика	Достижимые показатели экономии энергоресурсов, %
1	2	3
Емкостные электроводонагреватели для децентрализованных систем горячего водоснабжения: ЭВН-М-200А, ЭВН-М-400А	Напряжение 380/ 220 В Мощность 9,45 кВт Вместимость 200 (400) л Время нагрева воды 2,5-5 ч Температура воды 10-90 °С КПД 0,95	8-10 за счет исключения потерь в теплотрассах при централизованной выработке горячей воды
Электроводонагреватели элементного типа отопительные для децентрализованных систем отопления помещений ВЭО-6, ВЭО-15	Напряжение 380В Мощность 6 и 15 кВт Вместимость 12,5 л Рабочее давление 0,4 МПа Объем отапливаемого помещения 110 и 240 м^3 КПД 0,95	5-10 за счет автоматизации
Электропароводонагреватели и паровые котлы элементного типа для централизованных систем (в том числе для стерилизации посуды и пастеризации молока) ЭПВ-30, ЭПК-30	Напряжение 380/220В Мощность 30 кВт Рабочее давление 0,07 МПа Температура пара 115°С Паропроизводительность при нагреве воды до 75°С 300 л/ч КПД 0,97	До 8 за счет более высокого КПД

Продолжение табл. 4.8

1	2	3
Установки воздушноэлектрические УВЭ, УВЭ-15, УВЭ-30, УВЭ-45	Напряжение 380/220 В Мощность 15, 30, и 45 кВт Воздухоподача 1000-1500, 1250-2500 и 1500-3000 м^3/ч Мощность электродвигателя 2,2 кВт Перепад температуры на входе-выходе воздуха 50°С *КПД 0,98*	До 8 за счет более высокого КПД
Электроконвектор УЭК-1 Установка электроконвекторная УЭК-6 Электроконвекторы ЭВУС-1, ЭВУС-6	Напряжение 220В и 380/220В Мощность 1 и 6 кВт Обогреваемая площадь 10 и 60 м^2 КПД 0,96	До 15 по сравнению с централизованным обогревом от электрокалориферов
Установки радиационные панельного обогрева ЭИС-1,35, ЭИС-1,8	Напряжение 220 В Мощность 1,35 и 1,8 кВт КПД 0,96	До 15 по сравнению с общим обогревом
Газовые ИК — горелки (излучатели) ГГБ-0,45, ГГБ-0,85	Тепловая мощность 0,45 и 0,85 МВт Установленная мощность 0,75 и 1,5 кВт Давление 1000-5000 Па КПД 0,96	До 35 по сравнению с общим обогревом
Светлые газовые ИК излучатели 2102, 2104, 2106, 2108, 2612	Мощность от 5 до 10 кВт	До 35 по сравнению с общим обогревом
Темные газовые ИК излучатели SU22, SL22, SU38, SL38	Мощность 22 и 38 кВт	До 35 по сравнению с общим обогревом
Калориферы газовые КГ-30, КГ-65, КГ-90	Мощность 28, 58 и 81 кВт	До 35 по сравнению с общим обогревом
Радиационно-конвективные воздухонагреватели ВРК-0,15, ВРК-0,45, ВРК-0,55, ВРК-0,7	Мощность 0,15, 0,45, 0,55, 0,7 МВт	До 35 по сравнению с общим обогревом
Воздухонагреватели ГПВ, ТГГ	Мощность 140, 290, 500, 600 кВт	До 35 по сравнению с общим обогревом

Продолжение табл. 4.8

1	2	3
Котлы-парообразователи на газовом топливе КГ-300, КУ-Ф-600, Д-721Г-Ф, КГ-1500	Паропроизводительность 300, 600, 750 и 1500 кг/ч Давление пара до 0,07 МПа Температура пара 120 °С КПД 0,87-0,91	До 8 за счет более высокого КПД
Паровые котлы на твердом топливе КТФ-300, КТ-500А, КТ-1000	Производительность 300, 500 и 1000 кг/ч Давление пара до 0,07 МПа Температура пара 120°С КПД 0,9-0,91	До 8 за счет более высокого КПД
Паровые котлы на жидком топливе КВ-300Л, КЖ-Ф-500, Д-900	Производительность 370, 500, 900 кг/ч Давление пара до 0,07 МПа Температура пара 120°С КПД 0,85-0,91	До 8 за счет более высокого КПД
Тепловентиляционное оборудование для систем микроклимата животноводческих помещений Теплоутилизаторы ТПГ-2,5 и ТПГ-5 Теплоутилизатор ТКТБ Теплоутилизационные установки ТУ и ТУ-1 Комплекты КСМ-5У и КСМ-6У	Расход воздуха 2500 и 5000 $м^3$/ч Площадь поверхности теплообмена 49,8 и 78,3 $м^2$ Производительность 60,8 и 125 тыс. $м^3$/ч Подача свежего и удаляемого воздуха 3000 $м^3$/ч. Тепловая мощность 55 кВт (в том числе утилизаторы — 20 кВт, электрокалориферы — 7,5-25 кВт)	До 50 за счет возврата тепла

4.5.2. Резервы и потенциал экономии ТЭР и их влияние на технико-экономические показатели объекта

Уже были указаны основные способы и пути снижения энергозатрат на производстве животноводческой продукции и рекомендуемое энергетическое оборудование. Из материала следует, что одним из наиболее эффективных технических средств является теплоутилизационное оборудование. Использование его позволяет

экономить до 50% энергозатрат в течение отопительного периода для обеспечения нормируемых параметров микроклимата в животноводческих помещениях.

Значительный эффект (экономия до 20-30%) дает также применение децентрализованных систем отопления животноводческих помещений, когда полностью исключаются потери в теплотрассах, так как этих теплотрасс просто не существует.

Весомый вклад в экономию энергозатрат на энерготеплообеспечение — использование местного (локального) обогрева молодняка сельскохозяйственных животных и птицы — до 15%. Это достигается за счет снижения общего температурного фона, при обеспечении требуемого температурного режима в месте нахождения животных.

Показатели экономии энергии, получаемые за счет внедрения новых экономичных способов и рекомендуемых технических средств, можно рассматривать как выявление резервов и потенциала экономии энергозатрат.

Приведенные показатели экономии энергии, выраженные в процентах, по процессам и оборудованию имеют значение только для конкретных процессов и, следовательно, различную весомость по отношению к общим энергозатратам. Другими словами, для определения экономии энергозатрат по объекту в целом указанную экономию в процентах по отдельным процессам нельзя суммировать арифметически. Поэтому для определения общей экономии энергозатрат по объекту в целом (ΔA_0) суммируются показатели экономии энергии в кВт·ч. по отдельным процессам (ΔA_i):

$$\Delta A_0 = \sum \Delta A_i \text{ кВт·ч.} \qquad (4.18)$$

Уровень экономии энергозатрат или потенциал Р обычно выражают в процентном отношении, как

$$P = (\Delta A_0 / A_0)\, 100, \%. \qquad (4.19)$$

При этом общая экономия энергозатрат может быть определена для конкретного объекта как разница между фактическими затратами на действующем объекте и расчетными (нормативными): $\Delta A_0 = A_ф - A_р$ (4.20)

В другом случае при сравнении разных объектов как

$$\Delta A_0 = A_б - A_н , \quad (4.21)$$

где $A_б$ — энергозатраты в базовом варианте;

$A_н$ — в новом варианте систем теплоснабжения.

Расчеты и опыт применения новых энергосберегающих систем и технических средств электротеплообеспечения показывают, что общая экономия энергозатрат для различных объектов (животноводческих ферм) может быть достигнута в пределах 20-40%.

Если рассматривать экономию энергозатрат в системах теплоснабжения уже действующих объектов, то здесь проявляются несколько иные пути и способы экономии энергии. Это, прежде всего, устранение неоправданных потерь электрической и тепловой энергии в результате нарушения правильной эксплуатации систем и технических средств. Например, несвоевременное проведение (или отсутствие) очистки паровых котлов и другого оборудования обусловливает снижение эксплуатационного КПД на 10-15% и более.

Отсутствие надлежащего контроля и учета за потреблением электрической и тепловой энергии приводит также к их перерасходу до 15-20%, а в ряде случаев и более. В основном это проведение целого ряда организационно-технических мероприятий, направленных на устранение лишних потерь энергии. Главное — наведение порядка и строгое соблюдение требований по поддержанию нормативных параметров в технологических процессах и правил эксплуатации оборудования. Поэтому, как уже отмечалось, фактическое определение энергозатрат на существующем объекте сводится к использованию бухгалтерских данных или путем постановки в тепловых процессах специальных раздельных счетчиков тепловой и электрической энергии и получения данных за интересующий период времени. Сравнение этих данных с расчетными, полученными с учетом норм, дает величину перерасхода или экономии энергии.

Применение эффективных энергосберегающих систем теплообеспечения животноводческих ферм позволяет наряду с экономией энергозатрат не допустить снижения продуктивности и сохранности животных, перерасхода кормов и т.д.

Все это и экономия топливно-энергетических ресурсов существенно влияют и на технико-экономические показатели объекта в

целом. Например, в себестоимости животноводческой продукции доля оплаты за энергию составляет в ряде случаев 15-20%. Следовательно, отмеченная выше возможная экономия энергозатрат на уровне 20% даст снижение себестоимости на 4%.

Дальнейшие резервы экономии энергозатрат связаны с разработкой нового теплового оборудования, использующего энергию возобновляемых источников: ветра, солнца, воды и т.п.

5 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ВЫЯВЛЕНИЕ РЕЗЕРВОВ И ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИИ ТЭР

Сельскохозяйственное водоснабжение — это комплекс инженерных, санитарно-гигиенических, зооветеринарных и природоохранных мер, направленных на обеспечение населения и производственных нужд агропромышленного комплекса водой в необходимом количестве и соответствующего качества.

Новые системы сельскохозяйственного водоснабжения того или иного объекта (населенного пункта, животноводческих промышленных комплексов, ферм, предприятий по первичной переработке продукции и ремонту сельхозтехники, водопойных пунктов на природных пастбищах, полевых станов и др.) представляют собой комплексы водопроводных сооружений, выполненных с учетом самых последних достижений науки и техники.

Вопросы энергосбережения являются неотъемлемой частью снижения энергозатрат в системах сельскохозяйственного водоснабжения. Для определения мероприятий по энергосбережению предлагается следующая методика: по нормам водопотребления определяется расход воды общий и по объектам (животноводческая ферма, населенный пункт и т.д.). Затем рассчитывается расчетный расход электроэнергии по формуле

$$W = \frac{g\rho Q \cdot H}{102\eta} \cdot t \text{ кВт·ч}, \qquad (5.1)$$

где g — ускорение силы тяжести;

ρ — *плотность подаваемой жидкости*, кг/м^3;

Q — подача;

H — напор;

η — полный к.п.д. насоса;

t — время, ч.

Для предварительных расчетов η=0,5.

Сравнивая действительный расход электроэнергии и расчетный по времени определяют возможные мероприятия по энергосбережению.

Основными мероприятиями должны быть правильность выбора насосного оборудования и средств автоматизации, ликвидация утечек, использование технической и оборотной воды на ферме, несоблюдение напоров и расходов и т.д. После сравнения общих расчетных и действительных данных проводят более четкое сравнение по раздельным объектам и затем составляют мероприятия по энергосбережению.

Нормы водопотребления

Состав водопотребления в системе АПК характеризуется большим разнообразием объектов с различными требованиями как к количеству, так и качеству воды. Один из основных потребителей воды в этой системе (40-60% общего потребления) — сельское население. Оно расходует воду на хозяйственные (коммунальные) нужды, содержание скота и птицы, полив улиц, зеленых насаждений и приусадебных участков.

К водоемким производствам и объектам колхозов и совхозов относятся: животноводческие комплексы и фермы, птицефабрики; теплично-парниковые хозяйства; звероводческие фермы; машинно-тракторный парк, автотранспорт; полевые (бригадные) станы; водопойные пункты на природных пастбищах; предприятия по первичной переработке сельскохозяйственной продукции (винзаводы, консервные заводы, молочные заводы и др.); механические мастерские; котельные; заводы по ремонту сельскохозяйственной техники; заводы по ремонту грузовых автомобилей; станции технического обслуживания сельскохозяйственной техники, транспортных средств и животноводческого оборудования; специализированные предприятия по ремонту поливной техники; транспортные предприятия; предприятия по изготовлению сборного железобетона, кирпича,

столярных изделий; складские хозяйства и базы; предприятия сельхозхимии. Сюда же входят многочисленные предприятия кооперации, хлебоприемные пункты, различные промыслы и строительные организации. Все они получают воду из сельских систем водоснабжения, поэтому их требования к количеству и качеству воды должны учитываться при расчетах водопотребления.

Таблица 5.1

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в соответствии со СниП

Степень благоустройства районов жилой застройки	Среднесуточное за год хозяйственно-питьевое водопотребление в населенных пунктах на одного жителя, л
Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией:	
без ванн	125-160
с ваннами и местными водонагревателями	160-230
с централизованным горячим водоснабжением	230-350

Среднесуточное водопотребление животноводов и членов их семей, временно или постоянно проживающих непосредственно на водопойном пункте (на природных пастбищах), составляет 30-50 л на одного человека в зависимости от климатических условий и дебита источника. При определении расчетного расхода воды в системах водоснабжения сельских населенных пунктов необходимо установить диктующий в водопотреблении период года (теплый или холодный). Расчетный усредненный расход в сутки воды (л) на хозяйственно-питьевые нужды населения центральной усадьбы, отделения или райцентра вычисляют по формуле

$$Q_{md} = \frac{q_1 n_1 + q_2 n_2 + \ldots + q_n n_n}{100}, \qquad (5.2)$$

где $q_1, \ldots, q_n$ — расчетный среднесуточный за год расход воды на одного жителя в зависимости от степени благоустройства районов жилой застройки (табл. 5.1);

$n_1, \ldots, n_n$ — % жилой застройки в населенном пункте по видам благоустройства.

Расчетный расход воды в сутки (м³) наибольшего водопотребления:

$$Q_{d\,max}=k_{d\,max}\,Q_{md}\,,$$
$$Q_{d\,min}=k_{d\,min}\,Q_{md}. \qquad (5.3)$$

Коэффициент суточной неравномерности водопотребления, учитывающий уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменения водопотребления по сезонам года и дням недели, принимают равным $k_{d\,max}=1,1...1,3$; $k_{d\,min}=0,7...0,9$.

Расчетный часовой расход воды (м³):

$$q_{h\,max}=k_{h\,max}\,Q_{d\,max}/24,$$
$$q_{h\,min}=k_{h\,min}\,Q_{d\,min}/24. \qquad (5.4)$$

Коэффициенты часовой неравномерности водопотребления:

$$k_{h\,max}=\alpha_{max}\,\beta_{max}\,,$$
$$k_{h\,min}=\alpha_{min}\,\beta_{min}\,, \qquad (5.5)$$

где α — коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия;

$\alpha_{max}=1,2\text{-}1,4$,

$\alpha_{min}=0,4\text{-}0,6$;

β — коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Коэффициенты, учитывающие число жителей в населенном пункте

Число жителей, тыс. чел.	До 0,1	0,15	0,2	0,3	0,5	0,75
β_{max}	4,5	4,0	3,5	3	2,5	2,2
β_{min}	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07
Число жителей, тыс. чел.	1	1,5	2,5	4	6	10
β_{max}	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3
β_{min}	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4

Суточный расход воды в населенном пункте при наличии районов с различной степенью благоустройства жилой застройки вычисляют как сумму суточного расхода воды по отдельным районам, определяемого по соответствующей норме водопотребления и числу жителей. Коэффициент β при нахождении расхода воды

для расчета сооружений и сети, включая сети внутри квартала или микрорайона, принимают в зависимости от числа обслуживаемых ими жителей, а при зонном водоснабжении — с учетом числа жителей в каждой зоне.

Нормы водопотребления для животных, птиц, зверей (табл. 5.3) выбирают из таблицы, составленной в соответствии с требованиями российских норм технологического проектирования и с учетом возможного использования воды с повышенным солесодержанием (>1 г/л) и воды питьевого качества (≤1 г/л).

Таблица 5.3

Нормы водопотребления в сутки (л) на одну голову животных, птиц и зверей, содержащихся на фермах

Видовые и возрастные группы	Всего	В том числе				
		минерализация воды, г/л				
		≤ 1	до 1,8	до 2,4	до 5	на технологические нужды (солесодержание не нормируется)
1	2	3	4	5	6	7
КРС:						
молочные коровы	100/15	15		65		20
мясные коровы	70/10			65		5
быки и нетели	60/5	5		40		15
телята	20/2	2	10			8
молодняк	30/2	2	25			3
Свиньи:						
хряки-производители	25	17,5				7,5
супоросные и холостые матки	25	18				7
подсосные матки с приплодом	60	40				20
поросята-отъемыши	5	3,5				1,5
ремонтный молодняк	15	10,5				4,5
свиньи на откорме	15	10,5				4,5

Продолжение табл. 5.3.

1	2	3	4	5	6	7
Овцы и козы:						
взрослые	8	1			6	1
молодняк	4				3	1
ягнята при искусственном выращивании	3				2	1
Лошади.						
рабочие, верховые, рысистые и некормящие матки	60	50				10
племенные, кормящие матки	80	65				15
жеребцы-производители	70	45				25
жеребята	45	35				10
Одно животное в ветеринарной лечебнице:						
крупное	100	50%	50% воды, соответствующей в зависимости от вида животных согласно минерализации предыдущим данным этой таблицы			
мелкое	50	50%				
Птицы:						
куры	0,45	0,27				0,19
молодняк	0,37	0,23				0,14
индейки	0,65	0,45				0,20
молодняк	0,67	0,45				0,22
утки	2,64	1,65				0,99
молодняк	2,28	1,38				0,90
гуси	2,47	1,50				0,97
молодняк	2,16	1,50				0,66
цесарки	0,6	0,30				0,30
молодняк	0,4	0,17				0,23
Звери:						
норки, соболи	3	0,25				
молодняк	0,15	0,15				
лисы, песцы	7	0,50				
молодняк	0,3	0,30				
нутрии	7	0,75				
молодняк	0,5	0,50				
кролики	3	1,00				
молодняк	0,3	0,30				

Нормы расхода воды на технологические операции на животноводческих предприятиях приведены в табл. 5.4, нормы водопотребления и водоотведения — в табл. 5.5. Рекомендуется применять при проектировании ферм и комплексов: КРС по производству молока — до 2 тыс. голов, выращивания и откорма молодняка в год — от 5 до 10 тыс., телок и нетелей — от 3 до 6 тыс.; свиноводческих по выращиванию и откорму свиней в год — от 12 до 100 тыс.; овцеводческих различного направления — от 3 до 15 тыс. голов и птицеводческих средних и крупных (табл. 5.6).

Таблица 5.4

Нормы расхода воды на животноводческих предприятиях на технологические операции

Технологические операции	Всего	В том числе с солесодержанием, г/л	
		> 1	≤ 1
1	2	3	4
1. Санитарная обработка и мойка			
КРС:			
взрослые животные	30 л на одну голову	30 л	
молодняк	10 л на одну голову	10 л	
свиней:			
взрослые	20 л на одну голову	20 л	
молодняк	7 л на одну голову	7 л	
2. Подмывание вымени	2-3 л на одну голову перед каждым доением		2-3 л
3. Мытье ведер для подмывания вымени и выпойки телят	1-2 л на одно ведро после каждого доения и выпойки телят		1-2 л
4. Мытье ванн (для мытья ведер и технологических емкостей)	25% вместимости оборудования	100%	
5. Санитарная уборка и мойка рабочих помещений	3 л на 1 м^2 поля 1 л на 1 м^2 стен	3 л	
6. Дезинфекция и ополаскивание после дезинфекции рабочих помещений и технологического оборудования	1 л на 1 м^2 поверхности		1 л
7. Мойка помещений и оборудования птичников	10 л на 1 м^2 поверхности	10 л	

Продолжение табл. 5.4

1	2	3	4
8. Мытье решетчатых полов	10 л на 1 м^2	10 л	
9. Обработка в санпропускниках	500 л/ч на одну душевую сетку	400 л	100 л
10. Приготовление заменителя цельного молока (ЗЦМ)	7,3 л воды на1 кг сухого вещества		7,3 л

Таблица 5.5

Нормы водопотребления и водоотведения в сутки (л) на одну голову животных, содержащихся на комплексах промышленного типа

Видовые и возрастные группы животных	Средняя масса, кг	Нормы водопотребления						Нормы водоотведения навозных стоков, всего
		на физиологические нужды	на основное производство			на вспомогательное производство	всего	
			из них на поение	на технологические цели	итого			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
КРС:								
коровы молочные	550	80	60	60-105	140-185	15	155-200	100-150
телята до 6 мес.	150	11	8	9-14	20-25	10	30-35	26-32
телки от 6 мес. до 1,5 лет	280	25	25	5-10	30-35	15	45-50	38-47
нетели	400	35	35	10-15	45-50	25	70-75	60-70
откормочный молодняк	230	20	18	10-30	30-50	5	35-55	29-47
в том числе:								
до 4 мес.	95	10						
от 5 до 14 мес.	310	24	7 24	18-60 6-21	28-70 30-45	2 7	30-72 37-52	25-60 30-45
Свиньи:								
свиноматки подсосные с приплодом	220	20	10	30-60	50-80	5	55-85	50-83
холостые и супоросные	200	18	9	25-45	43-63	2	45-65	40-62
откормочный молодняк (4-9 мес.)	80	9	4	9-29	18-38	2	20-40	17-34

Продолжение табл.5.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
поросята-отъемыши (2-4 нед.)	30	3	2	6-16	9-19	1	10-20	10-20
Овцы:								
взрослые	65	5	5	1-3	6-8	1	7-9	1-2
молодняк	22	2	1,5	1	2-3	0,5	2-4	0,5-1

Таблица 5.6

Нормы водопотребления в сутки (л) на одну голову на птицеводческих комплексах

Видовые и возрастные группы птиц	Всего	В том числе			
		в оптимальных условиях	максимальное в летний период	мойка оборудования и полов	сток в проточных поилках
Взрослая птица:					
куры яичных пород	0,46	0,27	0,38	0,038	0,038
куры мясных пород	0,51	0,30	0,42	0,042	0,042
индейки	0,65	0,45	0,54	0,054	0,054
утки	2,64	1,65	2,2	0,22	0,22
гуси	2,47	1,50	2,07	0,20	0,20
цесарки	0,60	0,30	0,38	0,18	0,04
Молодняк:					
куры в возрасте, недели:					
1-9	0,25	0,15	0,20	0,025	0,02
10-22	0,37	0,23	0,31	0,03	0,03
индейки в возрасте, недели:					
1-9	0,35	0,23	0,29	0,029	0,029
10-22	0,67	0,45	0,56	0,056	0,056
утки в возрасте, недели:					
1-8	1,84	1,12	1,54	0,15	0,15
9-28	2,28	1,38	1,90	0,19	0,19
гуси в возрасте, недели:					
1-10	1,44	1,00	1,20	0,12	0,12
11-26	2,16	1,50	1,80	0,18	0,18
цесарки в возрасте, недели:					
1-13	0,3	0,15	0,18	0,10	0,02
14-30	0,4	0,17	0,21	0,17	0,02

Крупные животноводческие комплексы включают в себя кормоцехи, объекты ветеринарно-санитарного обслуживания животных и административно-бытовые здания, на нужды которых расходуется до 30% общего потребления воды. Эти расходы учтены в нормах. В них не включены расходы воды котельными, на техническое обслуживание транспортных средств, поливку зеленых насаждений и пожаротушение.

Для промывки каналов от навоза внутри животноводческих зданий используют, как правило, непитьевую воду (табл. 5.7).

На природных пастбищах нормы суточного расхода воды для водопоя скота согласно ВСН 33-2.2.04-86 принимают в размере: для овец и коз — от 6 до 10 л, КРС, лошадей и верблюдов — от 30 до 60 л. Меньшая норма — для молодняка, большая — для взрослых животных.

На природных пастбищах безводных и маловодных районов страны суточные нормы расхода воды на поение животных можно изменять по согласованию с органами ветеринарной службы. Для лактирующих маток нормы водопотребления увеличивают на 25%.

Нормы расхода воды на купание овец и коз составляют: для стриженых — 4 л на одну голову, нестриженных — 6 л. Кроме того, на мойку шерсти перед стрижкой овец добавляют 13 л воды на одно животное.

Таблица 5.7

Нормы расхода воды в сутки (л) на промывку каналов животноводческих помещений (на одно животное)

Системы удаления навоза из животноводческих помещений	Свиньи (групповое содержание)	КРС	
		на предприятиях откорма и содержания нетелей	на предприятиях молочного направления
Самотечная непрерывного действия	1,5	8-9	15-16
Самотечная периодического действия	5-8	15-17	30-32
Смывная:			
баки, насадки	20-25	-	-
гидросмывные установки	15	-	-

Коэффициенты неравномерности водопотребления приведены в табл. 5.8.

Таблица 5.8

Коэффициенты неравномерности водопотребления в животноводстве

Видовая группа	Коэффициент неравномерности	
	часовой	суточный
КРС	2,5	1,5
Свиньи	2,5	1,25-1,5
Овцы	2,5	1,5
Лошади	3,0	1,5
Звери и кролики	2,5	1,3
Птицы на фермах	3,0	1,8
Птицы на птицефабриках	1,5-1,6	1,2

Норма расхода воды на мытье легковых автомобилей, принадлежащих населению, принимается в размере 100 л на один автомобиль (табл. 5.9). Число ежедневно моющихся автомобилей для определения расчетного водопотребления данного населенного пункта устанавливается по справке сельского совета. Нормы расхода воды на заправку и охлаждение двигателей сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей приведены в табл. 5.10.

Таблица 5.9

Расход воды (л) на одну мойку одного автомобиля

Транспортные средства	При мойке	
	ручной (шланговой)	механизированной
Легковой автомобиль	250	750
Грузовой	450	1500
Автопоезд	800	1800
Автобус	750	1200

Таблица 5.10

Производственные операции	Нормы расхода воды
Заправка двигателей тракторов	1,3 л в сутки на 1 кВт мощности
Заправка двигателей комбайна	1,3 л в сутки на 1 кВт мощности
Заправка двигателей автомобиля	10 л в сутки на 1 т грузоподъемности
Охлаждение двигателя внутреннего сгорания (без оборота воды)	15-30 л/ч на 1 кВт мощности
Заправка паровых котлов	15-30 л/ч на 10 м^2 поверхности нагрева

Расход воды для двигателя внутреннего сгорания с оборотом воды следует принимать в размере 15% приведенного, для двигателя внутреннего сгорания, работающего на дизельном топливе, нормы расхода воды увеличиваются в 2 раза по сравнению с приведенными.

Нормы расхода воды в ремонтных мастерских — в табл. 5.11, на предприятиях по хранению и переработке продукции — в табл. 5.12.

Таблица 5.11

Нормы расхода воды в ремонтных мастерских

Производственные операции	Нормы расхода воды
Капитальный ремонт (с разборкой и обмывкой 20% парка в год):	
автомобилей	700 л на один ремонт
тракторов	1200 л на один ремонт
Работа на одном станке (рабочее место):	
в механической мастерской	35 л в сутки
слесарной	80 л в сутки
столярной	20 л в сутки
кузнице	40 л в сутки

Таблица 5.12

Укрупненные нормы расхода воды и количества сточных вод на предприятиях по хранению и переработке продукции сельского хозяйства

Предприятия	Единица измерения	Среднегодовой расход воды		Среднегодовой объем выпускаемых в водоемы сточных вод, $м^3$	Коэффициенты изменения среднегодовой нормы в летний и зимний сезоны	
		свежей из источника	оборотной		k_{sum}	k_{win}
1	2	3	4	5	6	7
Элеваторы и хлебоприемные предприятия (без котельной) объемом, тыс. руб.:						
до 60	$м^3$ в сутки	-	14,6	14,6	1	1
60-100	$м^3$ в сутки	-	16,0	16,0	1	1

Продолжение табл.5.12

1	2	3	4	5	6	7
100-150	$м^3$ в сутки	-	19,9	19,0	1	1
более 150	$м^3$ в сутки	-	22,2	22,2	1	1
Молокоприемные пункты и сепараторные отделения	1 т сырья	1,5	2,0	1,7	1,1	0,9
Молочные заводы производительностью в смену, т:						
10	1 т молока	2	4,58	4,28	1,1	0,9
10-50	1 т молока	9,6	3,5	3	1,1	0,9
Маслодельные заводы	1 т	20	3	2,6	1,1	0,9
Сыродельные заводы	1 т	17	6	5,1	1,1	0,9
Мясокомбинаты	1 т мяса	116	24,2	19,3	1,2	0,8
Птицекомбинаты	1 т мяса	84	28,9	24,5	1,5	0,5
Производство плодово-ягодных вин	100 000 л	43,1	26,21	19,75	1	1

Среднегодовой расход воды ($м^3$) и объем сточных вод ($м^3$) определяют по формуле

$$W=NQ, \qquad (5.6)$$

где N — объем продукции;

Q — среднегодовая укрупненная норма расхода воды или объем сточных вод на единицу продукции или сырья, $м^3$.

Если в состав данного предприятия входит ряд самостоятельных производств, то расход воды и объем сточных вод вычисляют по зависимости

$$\Sigma W=\Sigma NQ=N_1Q_1+N_2Q_2+N_3Q_3+...+N_nQ_n. \qquad (5.7)$$

6. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ, ВЫЯВЛЕНИЕ РЕЗЕРВОВ И ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИИ ТЭР

Мониторинг сельских электроустановок предусматривает обследование и выявление факторов, определяющих состояние и режимы работы электрооборудования, для дальнейшего обеспечения снижения затрат энергетических и материальных ресурсов в сфере сельскохозяйственного производства. Такими факторами являются:

- правильный выбор электрооборудования по условиям окружающей среды и нагрузке с обеспечением наиболее рациональных режимов его работы;
- качество подаваемого электрического напряжения и поддержание его в нормируемых пределах;
- правильный выбор типа, конструкции и параметров защиты от ненормальных режимов работы электрооборудования;
- качественный монтаж электрооборудования с соблюдением требований правил техники безопасности;
- наличие эксплуатационной (местной или сервисной) службы, ее укомплектованность и техническое оснащение, включая транспортные средства;
- квалификация работников электротехнической службы, принятые способы ее повышения;
- наличие резервного фонда электрооборудования, запасных частей и материалов;
- наличие и состояние ремонтной базы (мастерских, пунктов, заводов, производственных баз) по капитальному ремонту электрооборудования, ее оснащенность и укомплектованность специалистами, радиус действия;
- наличие и выполняемость на сельскохозяйственных предприятиях плана организационно-технических мероприятий по рациональному использованию энергоресурсов, соблюдение технологическим персоналом требований экономии ресурсов (например, исключение холостой работы электрифицированной техники и выключение света в помещениях в период технологических пауз);

• наличие и реальное выполнение графика контрольно-измерительных и испытательных работ в электроустановках специализированными службами и организациями, имеющими соответствующую лицензию;

• наличие на предприятиях журнала учета нарушений в работе сельской электроустановки и их последствий, его фактическое заполнение и достоверность сведений [1].

Соблюдение перечисленных требований позволяет снизить расход ресурсов, в том числе электрических, поскольку обеспечивается значительное уменьшение потребления электроэнергии и тепла как косвенным (например, на изготовление запасных частей или вышедшей из строя детали), так и прямым (например, при чрезмерной нагрузке или, наоборот, на холостом ходу электродвигателя) способами.

В соответствии с изложенным методика мониторинга должна содержать таблицы по установленным формам, в которых отражается информация по перечисленным пунктам. В пределах отдельно взятого предприятия полученные сведения непосредственно анализируются, затем составляется и реализуется план мероприятий по исправлению выявленных недостатков. Для хозяйств и регионов аналогичный план составляется на основе анализа сведений, собранных по их предприятиям, после их статистической обработки известными математическими методами. Рациональное использование электроустановок возлагается на энергетическую службу хозяйства или владельца электроустановки. Энергослужба хозяйства должна располагать стационарными и передвижными техническими средствами по техническому обслуживанию и ремонту электрооборудования, иметь аварийный запас электрооборудования и необходимый резерв запасных частей.

Численный состав энергослужбы хозяйства для инженерно-технических работников устанавливается исходя из норм условных единиц электрооборудования, которые представлены в табл. 6.1.

При проведении энергетического мониторинга следует иметь в виду, что эффективная и энергоэкономичная работа электрооборудования возможна только при хорошо организованной эксплуатационной службе.

Таблица 6.1

Рекомендуемая численность инженерно-технических работников электротехнической службы

Трудоемкость обслуживания, усл. ед.	Инженерно-технические работники, чел.			
	всего	В том числе		
		ведущие инженеры	инженеры	техники
До 750	1	-	-	1
751-1250	1	-	1	-
1251-1750	2	-	1	1
1751-2500	2	1	1	-
2501-3250	3	1	1	1
3251-3500	3	1	2	-
3501-4500	4	1	2	1
4501-5000	4	2	2	-
5001-6000	5	2	2	1

Для определения состояния электрохозяйства объекта или предприятия необходимо уточнить количество имеющегося электрооборудования, трудоемкость его обслуживания по системе условных единиц и фактический состав электротехнической службы [2].

Численное значение одной условной единицы составляет 18,6 чел.-ч. Численность электромонтеров определяется по суммарному для данного хозяйства количеству условных единиц электротехнического оборудования, находящегося в эксплуатации, исходя из нагрузки 100 условных единиц на одного человека.

Руководитель хозяйства утверждает подготовленные главным энергетиком организационно-технические мероприятия по рациональному использованию электроэнергии в хозяйстве и отчеты по их выполнению и повышению этих показателей, морально и материально поощряет работников хозяйства за экономию электроэнергии. Энергослужба хозяйства осуществляет контроль за использованием электроэнергии, электрооборудования и электроустановок. Контроль за использованием электроустановок проводится периодически и постоянно. Периодический контроль проводится выборочно переносными измерительными приборами. Его целями являются оценка степени загрузки электрооборудования и определе-

ние качества напряжения у электроприемников. Постоянный контроль выполняется на производственных объектах с помощью стационарных измерительных приборов. Его цели — контроль за режимом потребления, учет расхода электроэнергии и оценка надежности электроснабжения. По совместным результатам контроля разрабатывают и осуществляют мероприятия, направленные на снижение потерь электроэнергии и ее рациональное использование.

6.1. Обследование объекта и сбор исходных данных по мониторингу электроприводов

Электропривод преобразует электрическую энергию в механическую и объединяет электродвигатель, пускорегулирующую аппаратуру и механизм для передачи движения к рабочей машине.

Электрические двигатели находят широкое применение для привода разнообразных сельскохозяйственных машин и механизмов.

Энергетический мониторинг электроприводов позволяет определить состояние использования и режимы работы электродвигателей, правильность их выбора, соответствие рабочей машины условиям окружающей среды, качество напряжения, подаваемого на обмотки электродвигателя. В сельском хозяйстве используется, по экспертным оценкам, до 4 млн асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором, которые являются основным видом электроприемников в сельскохозяйственном производстве. На их долю приходится до 60% потребляемой электроэнергии на производственные цели.

Для привода рабочих машин и механизмов в сельском хозяйстве широко используются асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором единых серий АО2, 4А, 5А, АИ и Д, имеющих электрическую модификацию сельскохозяйственного исполнения. В этом случае в условном обозначении присутствуют буквы С или СХ. Например, 4А160М4СУ1, АО2-32-4СХ, Да90L2С. Техническая характеристика асинхронных электродвигателей единой серии 4А приведена в табл. 6.2.

Электродвигатели серий АИ и SA полностью взаимозаменяемы с соответствующими электродвигателями серии 4А. Они рассчитаны на определенный номинальный режим работы, который соответствует параметрам паспортных данных [3].

Таблица 6.2

Техническая характеристика трехфазных асинхронных электродвигателей серии 4А на синхронную частоту вращения 1500 мин$^{-1}$ с напряжением питания 380/220 В, частотой 50 Гц

$P_н$, кВт	$I_н$, А	cos $\varphi_н$	$\eta_н$	m, кг
0,55	1,7	0,7	70,5	15,1
0,75	2,17	0,73	72	16,1
1,1	2,76	0,81	75	17,4
1,5	3,57	0,83	77	20,4
2,2	5,02	0,83	80	28,7
3	6,7	0,83	82	36
4	8,6	0,84	84	42
5,5	11,5	0,85	84,5	56
7,5	15,1	0,86	87,5	77
11	22	0,87	87,5	93
15	29,3	0,88	89	135
18,5	35,7	0,88	90	160
22	41,3	0,9	90	175
30	56	0,89	91	196
37	68,8	0,9	91	270
45	82,6	0,9	92	310
55	100	0,9	92,5	375
75	136	0,9	93	490
90	162	0,91	93	535
110	201	0,9	92,5	810

Показателем загрузки электродвигателя может быть величина тока или мощности потребителя из сети, которую можно определить путем замеров или расчетов.

Номинальный режим двигателя соответствует данным, указанным на щитке (паспорте) двигателя. При этом основные величины, характеризующие двигатель, связаны формулой

$$I_н = 1000\ P_н / \sqrt{3}\ U_н \cos\varphi_н \eta_н,\ А, \qquad (6.1)$$

где $P_н$ — номинальная мощность, кВт;

$U_н$ — номинальное напряжение, В;

$\cos\varphi_н$ — коэффициент мощности при номинальной нагрузке;

$\eta_н$ — коэффициент полезного действия при номинальной нагрузке;

$I_н$ — ток двигателя при номинальной нагрузке, А.

Мощность, потребляемая электродвигателем из сети (присоединенная мощность)

$$P_{прис} = P_н / \eta_н, \text{ кВт.} \quad (6.2)$$

По роду защиты от воздействия факторов окружающей среды электродвигатели имеют защищенное и закрытое исполнение. Для электродвигателей и ПРА установлены нормы отклонения напряжения от -7,5% до +10%. При снижении величины подводимого напряжения к асинхронному электродвигателю на 10% его вращающий момент уменьшается на 19%, а при снижении его на 30% уменьшение момента уже составит 51%. Уменьшение вращающегося момента при неизменной нагрузке на валу электродвигателя ведет к возрастанию тока в его обмотках, что может вывести двигатель из строя [4].

Временные режимы работы электрооборудования характеризуются продолжительностью его использования в сутки в течение года. В сельскохозяйственном производстве для большинства электроприводов и пускозащитной аппаратуры она не превышает 7 ч. Наиболее вероятные значения продолжительности его использования на различных технологических процессах сельскохозяйственного производства приведены в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Продолжительность работы электроприводов

Технологические процессы	Среднее значение продолжительности работы в сутки, ч, $T_{сут}$	Число пусков в сутки	Среднее значение продолжительности работы в год, ч, $T_{год}$
1	2	3	4
Приготовление кормов	3,5	2-3	300
Раздача кормов	0,5	6	180
Уборка навоза	4,5	2-3	1000
Доение	7,5	2-3	2000

Продолжение табл. 6.3.

1	2	3	4
Вытяжная вентиляция	7	3	2200
Приточная вентиляция	2,5	5	900
Водоснабжение	3,5	5	1000
Первичная обработка молока	6,5	2-3	1800
Отопление	5,5	4	1600
Зерноочистка	7	5	200

Время работы электроприводов определяется технологией производства, сезонностью работы, климатической зоной и может быть определено с помощью коэффициента использования $К_{исп}$ [5], приведенного в табл. 6.4.

Таблица 6.4

Расчет времени работы электроприводов с помощью коэффициента $К_{исп}$

Технологический процесс (оборудование)	$К_{исп}$
Приготовление и раздача кормов	
Измельчители кормов, мойка корнеплодов	0,063-0,58
Транспортеры для приготовления, разгрузки и выгрузки кормов	0,021-0,12
Смесители кормов	0,012-0,58
Приготовление жидких питательных смесей	0,033-0,225
Приготовление искусственного молока	0,125
Насосы подачи кормов	0,008-0,06
Линии сенажа, силоса, корнеплодов	0,03-0,29
Доение	
Доильные установки (АД-8, УДС-3А, УДЕ-8, ДАС-2Б)	0,114
Доильные установки "Тандем"	0,29
Доильные установки конвейерные	0,57
Промывка молокопровода	0,012-0,034
Охлаждение молока	0,12-0,29
Сепараторы	0,028
Паровая обработка	0,026-0,29
Удаление навоза	
Насосы перекачки, очистки и разделения навоза на фракции	0,9
Транспортеры для уборки навоза на свиноводческих фермах	0,08-0,5
Выгрузка навоза из навозосборника	0,025-0,05

Продолжение табл. 6.4

Технологический процесс (оборудование)	$К_{исп}$
Насосы для удаления навоза на фермах КРС	0,015-0,18
Транспортеры скребковые на фермах КРС	0,001-0,093
Скреперные установки на фермах КРС	0,104-0,21
Прочие процессы (оборудование)	
Водонапорные башни	0,25-0,28
Погружные насосы	0,21-0,65
Электрокалориферы	0,33
Вентиляторы	0,33-0,42
Зерноочистительные машины	0,1-0,16
Оборудование механических мастерских	0,1-0,3
Вентиляция в помещениях птицы	0,5-0,9

Удельные нормы расхода электроэнергии на привод машин и оборудования основываются на технологических картах выполнения производственных процессов. Нормы расхода энергии зависят от климатического района и других конкретных условий [6].

Удельные нормы расхода электроэнергии для электропривода на сельхозобъектах приведены в табл. 6.5.

Таблица 6.5

Удельные нормы расхода электроэнергии для электропривода на сельхозобъектах

Наименование процесса	Молочная ферма, кВт·ч/гол.	Ферма по откорму, кВт·ч/гол.		Птицеферма, кВт·ч/гол.
		КРС	свиней	
Доение коров	50-80	-	-	-
Уборка навоза (помета)	22	4	4	1
Приготовление кормов	15	15	13	54
Раздача кормов	27	6	2	37
Водоснабжение	20	8	5	34
Обработка молока	15	-	-	-
Сбор яиц	-	-	-	25

При осуществлении энергетического мониторинга электроприводов следует провести следующие мероприятия:

1. Проверить правильность выбора мощности и электрической модификации электродвигателя в зависимости от режима работы.

2. Проверить соответствие типа исполнения электродвигателя в зависимости от условий внешней среды.

3. Проверить наличие и настройку защиты электродвигателей от перегрузок и "потери фазы", состояние ПРА.

4. Проверить качество напряжения, подаваемого на электродвигатель.

5. Проверить укомплектованность электротехнической службы и организацию эксплуатации электродвигателей в соответствии с системой ППРЭсх.

При обследовании работы электроприводов необходимо осмотреть электродвигатель, провернуть его ротор, включить электродвигатель в сеть и убедиться, что при его работе нет посторонних шумов, стуков и повышенной вибрации.

Фактический расход электрической энергии на электропривод на обследуемом объекте можно определить по данным учета энергетических служб или бухгалтерских отчетов. В частном отдельном случае расход электроэнергии можно определить для конкретного объекта. Для этого подсчитывают количество установленных электродвигателей, потребляемую мощность и время работы в течение года.

Расход электрической энергии на электрический привод объекта определится из выражения

$$A_{факт} = P_1 t_1 + P_2 t_2 + ... + P_n t_n = \sum P_i t_i \Big|_{i=1}^{n}, \qquad (6.3)$$

где $P_{1,2...n}$ — мощность, потребляемая электродвигателем из сети, кВт;

$t_{1,2...n}$ — время работы электродвигателя, ч.

Удельный расход электроэнергии на одну голову будет:

$$A_{уд} = \frac{\sum^{n} P_i t_i}{N}, \text{ кВт·ч/гол.}, \qquad (6.4)$$

где N — число голов.

Более точный расход электрической энергии на привод определяется по приборам учета электрической энергии (электросчетчиков), устанавливаемым на объектах и фиксирующим фактический расход электроэнергии.

6.2. Методика определения резерва и потенциала энергосбережения и потенциала в электроприводах

При обследовании состояния электроприводов сельскохозяйственных объектов необходимо выявить резервы снижения энергозатрат и возможный потенциал их снижения.

Резерв снижения энергозатрат $qR_{рез}$ определяется по формуле:

$$qR_{рез} = \frac{A_{факт} - A_{норм}}{A_{факт}} \times 100\%, \qquad (6.5)$$

где $A_{факт}$ — фактический расход электрической энергии на электропривод машины;

$A_{норм}$ — нормативный расход электрической энергии на электропривод.

Потенциал снижения энергозатрат на электропривод $qR_{пот}$ определяется по формуле

$$R_{пот.} = \frac{A_{факт} - A_{этал}}{A_{факт}} \times 100\%. \qquad (6.6)$$

где $A_{факт}$ — фактический расход электрической энергии на электропривод;

$A_{этал}$ — расход электрической энергии при использовании эталонного типа электропривода.

Фактический расход электроэнергии определяется по данным журналов учета.

6.3. Мероприятия по экономии электроэнергии при использовании электроприводов

Энергетический мониторинг электроприводов предусматривает осуществление мероприятий, позволяющих получить экономию электрической энергии (табл. 6.6).

При электрическом мониторинге электроприводов необходимо определить потери электроэнергии за счет снижения реактивной нагрузки электродвигателей. Установлено, что 1 квар реактивной мощности приводит к дополнительным потерям от 1 до 15% электроэнергии. Это объясняется тем, что реактивный ток, проходя по

обмоткам электродвигателя, затрачивает электроэнергию на преодоление их сопротивления.

Таблица 6.6

Мероприятия	Достигаемый результат	Получаемая экономия, %
Своевременная смазка подшипников рабочих машин	Снижение нагрузки на машины от уменьшения трения	До 20
Своевременная чистка воздушных фильтров и каналов вентиляционных установок	Снижение нагрузки на вентиляторы	До 20
Плавное регулирование производительности вентиляторов	То же	До 8
Ограничение холостого хода рабочих машин	Снижение потерь энергии холостого хода	1-5
Переключение обмоток с "треугольника" на "звезду"	Снижение потерь энергии в электродвигателе	1-5
Замена недогруженных до 45% электродвигателей на меньшую мощность	То же	1-5
Применение автоматических устройств отключения электродвигателей на периоды холостого хода более 10 с	-"-	2-5
Применение многоскоростных электродвигателей при частых пусках и остановках	Выработка электроэнергии при рекуперативном торможении	2-5
Замена устаревшего оборудования новым, имеющим более высокий КПД	Снижение потерь электроэнергии	2-15

Величина дополнительных потерь от реактивной нагрузки тем больше, чем меньше загружен электродвигатель. Например, если для синхронного двигателя мощностью 5,5 кВт при 100%-ной загрузке $\cos \varphi = 0,8$, то при 50%-ной — 0,65, при 30%-ной — 0,51 [7]. Потери электроэнергии уменьшаются от повышения качества ремонта электродвигателей, которое заключается в точном обеспечении номинальных данных. В противном случае из ремонта могут быть выпущены двигатели с повышенным потреблением реактив-

ной мощности, неравномерной нагрузкой отдельных фаз, увеличенным током холостого хода, значительным отклонением от заводских обмоточных данных и другими серьезными недостатками.

Конкретную величину ожидаемой экономии электроэнергии (кВт·ч/год) от реализации перечисленных в табл. 6.6 мероприятий можно рассчитать следующим образом.

1. От сокращения продолжительности холостого хода оборудования:

$$\Delta W_э = P_х \Delta t_х, \qquad (6.7)$$

где $P_х$ — мощность холостого хода оборудования, кВт;

$\Delta t_х$ — снижение продолжительности работы оборудования на холостом ходу, ч/год.

2. От сокращения продолжительности рабочего периода оборудования:

$$\Delta W_э = P_р \Delta t_р, \qquad (6.8)$$

где $P_р$ — расчетная нагрузка оборудования, кВт;

$\Delta t_р$ — сокращение продолжительности рабочего периода оборудования, ч/год.

3. От замены мощности электродвигателя:

$$\Delta W_э = [(\Delta P_1 - \Delta P_2) + k_э (\Delta Q_1 - \Delta Q_2)]t, \qquad (6.9)$$

где ΔP_1, ΔP_2 — активные потери мощности у заменяемого и заменяющего электродвигателя, кВт;

ΔQ_1, ΔQ_2 — то же, но реактивные потери, квар;

$k_э$ — экономический эквивалент реактивной нагрузки ($k_э \approx 1$ кВт/квар);

t — годовое время работы электродвигателя, ч/год.

4. От переключения с "треугольника" на "звезду" недогруженных электродвигателей:

$$\Delta W_э = [(\Delta P + k_э \Delta Q_2)]\Delta t_п, \qquad (6.10)$$

где ΔP, ΔQ — уменьшение потерь активной (кВт) и реактивной (квар) мощности;

$\Delta t_п$ — годовая продолжительность работы электродвигателя в режиме "заезда", ч/год.

Пример расчета.

Определить экономию электроэнергии от переключения статорной обмотки асинхронного двигателя со "звезды" на "треугольник", если $P_н = 7,8$ кВт, $\eta_н = 0,86$, $\cos\varphi = 0,8$, $k_э = 0,13$. Двигатель загружен на 25% в течение $\Delta t_п = 2000$ ч в год. При этой нагрузке $\cos\varphi_\Delta = 0,5$, $\eta_\Delta = 0,78$, $tg\varphi_\Delta = 1,42$, нагрузка на валу $P = k_э$, $P_н = 0,25x7,8 = 1,95$ кВт.

После переключения с "треугольника" на "звезду" получается $\eta_\lambda = 0,85$, $\cos\varphi_\lambda = 0,85$, $tg\varphi_\lambda = 0,62$, т.е. данные, близкие к номинальным.

Уменьшение потерь составит:

$$\Delta P = P/\eta_\Delta - P/\eta_\lambda = P/\eta_\Delta x[(\eta_\lambda - \eta_\Delta)/\eta_\lambda] =$$
$$=1,95x(0,85-0,78)/0,78x0,85 = 0,21 \text{ кВт}.$$

Снижение потребления реактивной мощности будет:

$$\Delta Q = (P/\eta_\Delta)tg\varphi_\Delta - (P/\eta_\lambda)tg\varphi_\lambda =$$
$$=1,95x(1,42/0,78 - 0,62/0,85) = 2,15 \text{ квар}.$$

Общее снижение потерь мощности:

$$\Delta P^\Sigma = k_э\Delta Q + \Delta P =$$
$$=0,13x2,15 + 0,21 = 0,48 \text{ кВт}.$$

Экономия электроэнергии:

$$\Delta W_э = \Delta P^\Sigma \Delta t_п = 0,48x2000 = 960 \text{ кВт-ч/год}.$$

7. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРОЦЕССОВ ОСВЕЩЕНИЯ И ОБЛУЧЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ, ВЫЯВЛЕНИЕ РЕЗЕРВОВ И ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИИ ТЭР

Для освещения и облучения в сельском хозяйстве потребляется значительное количество электроэнергии (10-12 млрд кВт·ч из 80 млрд кВт·ч). В эксплуатации находится около 30 млн светильников. Для освещения в основном используют лампы накаливания (90%) и лампы люминесцентные высокого и низкого давления

(10%). Лампы накаливания имеют низкую световую отдачу (лм/Вт), фактический срок их службы составляет 500-600 ч вместо 2 тыс. ч по ГОСТу, они очень чувствительны к колебаниям напряжения. Люминесцентные лампы имеют световую отдачу 40-60 лм/Вт, менее чувствительны к колебаниям напряжения и имеют больший срок службы (8-10 тыс. ч).

7.1. Методика обследования и сбора данных по освещению на сельскохозяйственных объектах

Фактический расход электроэнергии на освещение

Фактический расход электрической энергии на освещение на действующем объекте (кВт·ч/гол. в год) возможно определить по данным первичного учета энергетических служб и бухгалтерского учета. Обычно в бухгалтерских журналах приводятся общие расходы электроэнергии по хозяйству, не расшифрованные по процессам. В данном случае расход электрической энергии возможно определить по объекту. На исследуемом объекте выявляют количество светильников (N), их мощность (P). Общая установленная мощность будет составлять $P = \rho \cdot N$ (кВт). Количество часов (T) работы осветительной установки в году для различных объектов составляет от 2800 до 4000 ч (обычно принимается 3000 ч). Расход электроэнергии будет составлять $A_{факт} = P \cdot T$ (кВт·ч), тогда фактический удельный расход электроэнергии на голову будет составлять

$$A_{факт\ уд} = P \cdot T/n, \qquad (7.1)$$

где n – количество животных, содержащихся на данном объекте, головы.

Более точный расход электрической энергии на освещение возможно определить по электрическому счетчику, который необходимо установить на объекте, и проводить ежемесячную запись расхода электроэнергии по объекту. В данном случае мы будем иметь точный фактический расход электрической энергии на освещение.

Методика расчета нормативного расхода электрической энергии на освещение

Методику определения нормативного расхода электрической энергии на освещение рассмотрим на примере действующего объекта — коровника привязного содержания на 200 голов. Площадь помещения 1470 м^2. Для определения нормативного расхода электрической энергии пользуемся нормативными документами и ГОСТами.

Нормы освещенности, рекомендуемые для животноводческих помещений, приведены в табл. 7.1, они заимствованы из Отраслевых норм освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений.

Таблица 7.1

Нормы освещенности животноводческих зданий

Помещения, участки	Рабочая поверхность, для которой нормируется освещенность	Плоскость, в которой формируется освещенность	Освещенность, ламп, лк		Дополнительные указания
			газоразрядных	накаливания	
1	2	3	4	5	6
Для крупного рогатого скота молочного направления					
Помещения для содержания коров и ремонтного молодняка:					
зона кормления	Пол, зона расположения кормушек	Горизонтальная	75	30	Во время доения освещенность на уровне вымени коровы должна быть не менее 50 лк
стойла, секции, боксы	Пол	То же	50	20	
Помещения для содержания быков-производителей	Пол, зона расположения кормушек	-"-	75	30	

Продолжение табл. 7.1

1	2	3	4	5	6
Помещения родильного отделения:					
для отела коров	Пол	Горизонтальная	150	100	
для санитарной обработки коров	-"-	-"-	75	30	
профилакторий, помещения для содержания телят	-"-	-"-	100	50	
Телятники	-"-	-"-	100	50	
Для крупного рогатого скота мясного направления					
Денник и секции для коров-кормилиц с телятами	Пол	Горизонтальная	75	30	
Помещения для доращивания молодняка	-"-	То же	50	20	
Помещения для откорма молодняка (стойла, секции, боксы)	-"-	-"-	50	20	
Помещения для санитарной обработки, сушки и взвешивания молодняка	Шкала приборов	Плоскость расположения шкалы	100	50	

Параметры источников света по ГОСТу, используемых для освещения сельскохозяйственных помещений, — в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Техническая характеристика ламп накаливания общего назначения

Типы	Расчетное напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм
Б 220-230-40	225	40	430
БК 220-230-40	225	40	475
Б 230-240-40	235	40	420
БК 230-240-40	235	40	470
Б 230-240-60	235	60	710
БК 230-240-60	235	60	790

Продолжение табл. 7.2

1	2	3	4
Б 220-230-75	225	75	960
Б 230-240-75	235	75	940
Б 230-240-100	235	100	1380
БК 230-240-100	235	100	1485
Б 235-245-100	240	100	1360

Примечание. Обозначения ламп: Б — газополная биспиральная; БК — газополная криптоновая; Г — газополная моноспиральная.

Техническая характеристика люминесцентных ламп низкого давления приведена в табл. 7.3, а ламп высокого — в табл. 7.4.

Таблица 7.3

Техническая характеристика люминесцентных ламп

Типы	Световой поток (не менее), лм	Длина лампы (со штырьком), мм
	Мощность 40 Вт	
ЛДЦ 40	2200	1213,6
ЛД 40	2600	
ЛХБ 40	3100	
ЛТБ 40	3150	
ЛБ 40	3200	

Таблица 7.4

Техническая характеристика ртутных дуговых ламп высокого давления

Типы ламп	Мощность, Вт	Напряжение, В	Ток лампы, А		Световой поток, лм	Диаметр, мм	Длина, мм	Типы цоколя
			рабочий	пусковой				
ДРЛ 80	80	115	0,8	1,68	3600	81	165	E2
ДРЛ 125	125	125	1,25	2,6	5480	91	184	E2
ДРЛ 250	250	130	2,15	4,50	13000	91	227	E4

Изменение параметров источников света от срока службы и условий эксплуатации

Изменение электрических и световых параметров ламп накаливания от номинального напряжения показано в табл. 7.5.

Таблица 7.5

Изменение электрических и световых параметров ламп накаливания

Напряжение	Ток	Мощность	Сопротивление	Световой поток	Световая отдача	Срок службы
90	95	85	95	70	82	500
92	96	88	96	75	85	350
94	97	91	97	81	89	260
96	98	94	98	86	92	200
98	99	97	99	93	96	130
100	100	100	100	100	100	100
102	101	103	101	107	104	75
104	102	107	102	115	107	60
106	103	110	102	122	111	40
108	105	114	103	129	113	Менее 10
110	106	117	103	137	117	Менее 10

Результаты расчетов срока службы ламп приведены в табл. 7.6. Из нее видно, что увеличение напряжения питания на 5% приводит к уменьшению срока службы ламп накаливания в 2 раза, а газоразрядных — в 1,2 раза. Вследствие этого резко возрастают количество ламп, необходимых для эксплуатации, осветительных установок и эксплуатационные расходы.

Таблица 7.6

Снижение срока службы ламп и увеличение их необходимого количества в зависимости от превышения напряжения

Параметры	Превышение напряжения, %						
	0	1	2	3	4	5	10
Относительный срок службы ламп, %:							
накаливания	100	87,1	75,8	66,2	50,5	38,7	27,8
газоразрядных	100	95	93	90	85	80	73

Продолжение табл.7.6

Параметры	Превышение напряжения, %						
	0	1	2	3	4	5	10
Число ламп, необходимых для эксплуатации, %:							
накаливания	100	114	132	151	198	258	1284
газоразрядных	100	105	108	111	118	125	137

Расчет нормативного расхода электрической энергии ($А_{факт.\ уд}$ кВт·ч/гол. в год) для примера коровника на 200 голов выполняется для условий:

а) освещение светильниками с лампами накаливания;

б) освещение светильниками с лампами ДРЛ;

в) освещение светильниками с люминесцентными лампами типа ЛБ.

Расчет необходимого количества осветительных приборов (N), различных по мощности и типу, проводится по методу коэффициента использования светового потока.

$$N = (E \cdot K \cdot S \cdot Z) / (\eta \cdot F), \qquad (7.2)$$

где E — уровень освещенности, принятой для коровников в соответствии с §1, равным 75 лк;

K — коэффициент запаса (для люминесцентных ламп 1,3, для ламп накаливания 1,15);

S — площадь помещения коровника;

Z — коэффициент неравномерности освещения, равный 1,1;

F — световой поток источника света, лм;

η — коэффициент использования светового потока светильника.

Удельный расчетный расход электрической энергии на одну корову в год при различных источниках освещения приведен в табл. 7.7.

Таблица 7.7

Расчетный расход электроэнергии на одну корову в год

Типы источника света	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Число светильников	Установленная мощность, Вт	Число часов использования	Расход электроэнергии в год, кВт·ч	Расход электроэнергии в год на одну голову, кВт·ч
ЛН	100	1400	57	5700	3000	17100	85,5
ЛБ	40	3200	40	3500	3000	10500	52,5
ДРЛ	125	6000	40	5500	3000	16500	82,5
	250	13000	20	5500	3000	16500	82,5
ДРИ	125	8000	28	3800	3000	11400	57,0
	250	19000	12	3300	3000	9900	49,5
ДнаТ	70	5800	40	3100	3000	9300	46,5
	100	9500	28	3100	3000	9300	46,5
	150	25000	18	3000	3000	9000	45,0

Если в хозяйстве фактические данные отличаются от данных в последней графе табл. 7.7, то следует проводить следующие мероприятия.

1. Люксметром замерить уровни освещенности и сравнить их с рекомендуемыми в табл. 7.1.

2. Определить, какие источники установлены в светильниках:

а) тип источника, мощность, лампа должна быть установлена по мощности согласно проекту;

б) проверить срок эксплуатации лампы, если он вышел, то лампы следует заменить;

в) проверить, когда последний раз проводилась чистка светильника, сроки чистки — не реже 1 раза в 3 месяца;

г) проверить напряжение в сети;

д) по счетчику определить расход электроэнергии.

Указанные мероприятия позволят выявить потери электрической энергии на освещение.

Методика расчета эталона расхода электрической энергии на освещение

Методика выполнена на примере освещения коровника на 200 голов с привязным содержанием. Освещение выполняется более совершенными источниками типов ДРИ и ДНаТ. Имеется опыт по использованию этих источников в животноводческих помещениях. Они имеют более высокую световую отдачу (80-120 лм/Вт) и срок службы 10-12 тыс. ч. Количество светильников определяется по формуле 7.2. Результаты расчета приведены в табл. 7.8.

Таблица 7.8

Типы источника света	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Число светильников	Установленная мощность, Вт	Число часов использования	Расход электроэнергии в год, кВт·ч	Расход электроэнергии в год на одну голову, кВт·ч
ДРИ	125	8000	28	3800	3000	11400	57,0
	250	19000	12	3300	3000	9900	49,5
ДнаТ	70	5800	40	3100	3000	9300	46,5
	100	9500	28	3100	3000	9300	46,5
	150	25000	18	3000	3000	9000	45,0

В столбце 8 табл. 7.8 приведен эталон расхода электроэнергии в год на одну голову ($А_{этал}$ кВт·ч/гол. в год), и эти данные значительно ниже данных из табл. 7.7.

7.2. Методика определения резерва и потенциала энергосбережения объектов

При проведении энергетического обследования сельскохозяйственного объекта выявляют резервы снижения энергозатрат, потенциал возможного снижения.

Резерв $qR_{рез}$ снижения энергозатрат

$$qR_{рез} = [(А_{факт} - А_{нор}) / А_{факт}] \cdot 100, \qquad (7.3)$$

где $А_{факт}$ — фактический расход электрической энергии на освещение объекта;

$А_{нор}$ — нормативный расход электрической энергии на освещение объекта (последняя графа табл. 7.7).

Потенциал ($qR_{потен}$) снижения энергозатрат на освещение

$$qR_{потен} = [(А_{факт} - А_{этал})/ А_{факт}] \cdot 100. \quad (7.4)$$

Пример расчета:

Если в коровнике фактический расход электроэнергии на освещение по электрическому счетчику составляет $А_{факт.\ уд}$ = 98 кВт·ч/гол. в год; $А_{нор.\ уд}$ = 85,5 кВт·ч/гол. в год при лампах накаливания, $А_{нор.\ уд}$ = 60 кВт·ч/гол. в год при люминесцентных лампах. Эталон расхода электроэнергии при лампах ДНаТ – 100 $А_{этал.\ уд}$ = 46 кВт·ч/гол. в год.

Резерв снижения энергозатрат составит:

$$QR_{рез} = [(А_{факт} - А_{нор})/ А_{факт}] \cdot 100 = (98 - 85,5 / 98) \cdot 100 = 12,7\%,$$

$$qR_{потен} = [(А_{факт} - А_{этал})/ А_{факт}] \cdot 100 = (98 - 60 / 98) \cdot 100 = 38,7\%,$$

где $А_{этал}$ — эталонный расход электрической энергии на освещение (последняя графа табл. 7.7).

7.3. Мероприятия по экономии электроэнергии в осветительных установках

Экономия электроэнергии, которая может быть получена за счет совершенствования освещения и облучения в осветительно-облучательных установках в сельскохозяйственном производстве, зависит в основном от следующих факторов: световой отдачи используемых источников света; светотехнических и эксплуатационных параметров источников; выбора систем освещения и расположения светильников; напряжения в сети; системы управления освещением.

Экономию электрической энергии возможно получить за счет применения источников с более высоким энергетическим КПД. Значения энергетического коэффициента полезного действия при преобразовании электроэнергии в лучистый поток показаны в табл. 7.9.

Таблица 7.9

Виды источников излучения	Применяемые типы источников	*Вид излучения, по которому оценивается* $\eta_{эн}$	Примерное значение $\eta_{эн}$, %
Лампы накаливания	Осветительные общего назначения (В, Г, В, ВК)	Видимое излучение	1-3
	Инфракрасные (ИКЗ, ИКЗК)	Инфракрасный поток	65-80
	Галогенные (КИ, КГ, КГТ)	Световой поток	2-3
		Инфракрасный поток	72-85
Газоразрядные лампы низкого давления	Люминесцентные	Видимое излучение	9-12
	Эритемные и бактерицидные (ЛЭ, ДВ)	Ультрафиолетовый поток	До 10
Газоразрядные лампы высокого давления	Осветительные (ДРЛ, ДРН, ДнаТ)	Видимое излучение	10-17
	Лампы для облучения растений (ДРЛФ, ДРН, ДнаТ)	Поток фотосинтетический (ФАР)	10-20
	Лампы для ультрафиолетового облучения (ДРТ)	Ультрафиолетовый поток	До 10
"Темные" инфракрасные излучатели	Металлические, кварцевые, керамические, излучатели	Инфракрасный поток	45-50

Для осветительных установок выпускаются энергоэкономичные люминесцентные лампы мощностью 18, 36 и 58 Вт. Возможная экономия электроэнергии при замене обычной люминесцентной лампы 40 Вт энергоэкономичной показана в табл. 7.10.

Таблица 7.10

Энергетическая эффективность замены обычной люминесцентной лампы энергоэкономичной

Энергоэкономичные лампы	Заменяемые лампы	Световая отдача лампы, лм/Вт		Экономия электроэнергии, %
		энергоэкономичной	обычной	
ЛБ-36	ЛБ-40	84,7	80	5
ЛДЦ-36	ЛДЦ-40	61,1	55	11
ЛБЦ-36	ЛБЦ-40	59,1	54,8	7

Экономия электроэнергии от рекомендуемых мероприятий в осветительных установках — в табл. 7.11.

Таблица 7.11

Эффективность основных рекомендуемых мероприятий по экономии электроэнергии в осветительных установках, %

Мероприятия	Экономия электроэнергии, %
Замена ламп накаливания газоразрядными:	
люминесцентные	40
ДРЛ	50
металлогалогенные	65
натриевые высокого давления	70
Замена обычных люминесцентных ламп энергоэкономичными	До 8
Использование ламп большей единичной мощности	До 10
Использование комплексных осветительных устройств (КОУ) со щелевыми световодами в помещениях с плохими условиями среды	10-15
Своевременное включение и выключение осветительной установки в зависимости от естественного освещения	5-20
Своевременная чистка остекления световых проемов	5-10

8. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗЕРНОПУНКТОВ, ВЫЯВЛЕНИЕ РЕЗЕРВОВ И ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИИ ТЭР

8.1. Обследование и сбор исходных данных о зернопунктах

Зернопункт является производственным цехом хозяйства, работающим в период проведения послеуборочной обработки зерна и семян. В технологии зернопункта предусматриваются следующие операции работы с зерном: прием в завальную яму, предварительная очистка, временное хранение в бункерах с активным вентилированием, сушка горячим воздухом, нагреваемым от теплогенератора, работающего на жидком топливе, вторичная очистка на воздушно-решетной машине и очистка от сорняков на триере и системе транспортеров и норий для подачи зерна в машины и склад.

На зернопункте осуществляются два энергетических процесса — тепловой и электроприводный.

Тепло вырабатывается при сжигании жидкого топлива в теплогенераторе и нагреве электрокалорифером воздуха, подаваемого в бункеры с активным вентилированием. Электропривод установлен на всех транспортерах, приводах заслонок, сушилке, бункере с активным вентилированием и других механизмах.

Фактическое потребление энергии на зернопункте ($R_{факт}$)

Расход электроэнергии определяется по счетчикам, устанавливаемым на главном вводном электрощите зернопункта. Показания списываются заведующим зернопунктом в начале сезона и при окончании работы в конце сезона. Разность показаний — расход за сезон на все электроприводные установки и на электронагрев воздуха в электрокалориферах. Разделить общий расход электроэнергии на электропривод и тепловой процесс можно приближенно по установленным мощностям и числу часов использования по формуле (1.1).

Расход жидкого топлива (солярки) для зерносушилки фиксируется по уровню в баке, на котором устанавливают мерную стеклянную трубку. Расходомеры топлива обычно не применяют. Известно по накладным, сколько получено топлива и сколько сожжено в топке сушилки. Остаток находится в баке, и его можно определить по уровню заполнения бака. Расход жидкого топлива для разных типов сушилок различен (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Зерноочистительно-сушильные комплексы, используемые в хозяйствах

Типы	Производительность по сушке, т/ч	Вместимость бункеров, т($м^3$)	Установленная мощность электродвигателей, кВт	Расход жидкого топлива, кг/ч
КЗС-50	40	400	319	Польская сушилка М-839, данных нет
КЗС-25Б	20	200	157	108
КЗС-25Ш	20	200	201	170-200

Фактическое потребление энергии комплексом КЗС-25Ш с площадкой для временного хранения зерна под навесом составляет: жидкого топлива — 10,6 кг/т, электроэнергии внутри комплекса — 10,05 кВт·ч/т, электроэнергии на площадке — 13,7 кВт·ч/т.

Используются также зерноочистительно-сушильные комплексы меньшей производительности. По удельным показателям затрат энергии они имеют более высокие показатели.

Нормативные расходы энергоресурсов ($R_{норм}$)

Выполнено много проектов зернопунктов и предприятий для послеуборочной обработки зерна. Обобщение опыта проектирования и эксплуатации зернопунктов позволило установить усредненные проектные нормы расхода энергоносителей на операциях послеуборочной обработки зерна:

- временное хранение с ворошением зерна на крытых площадках:

$$R_{пл.}=1+6500V_3, \text{ кВт·ч/т}, \quad (8.1)$$

где V_3 — объем зерна, т;

- в бункерах с активным вентилированием:

$$R_{ав}=53\text{-}68 \text{ — кВт·ч/пл. т}; \quad (8.2)$$

- в сушилках:

$$R_c = \frac{1}{Q_c}, \text{ кВт·ч/пл. т.}, \quad (8.3)$$

где Q_c — производительность сушилки, т/ч;

- в машинах предварительной очистки:

$$R_{по} = 0{,}2 + \frac{4}{Q_{по}}, \text{ кВт·ч/т}, \quad (8.4)$$

где $Q_{по}$ — производительность, т/ч;

- в машинах вторичной очистки:

$$R_{во}=0{,}8 \exp(-0{,}0266\, Q_{во}), \text{ кВт·ч/т}, \quad (8.5)$$

где $Q_{во}$ — производительность вторичной очистки, т/ч;

• в триерах:

$$R_{тр}=3-0,01Q_{тр}, \text{ кВт·ч/т}, \quad (8.6)$$

где $Q_{тр}$ — производительность триера, т/ч.

Зная соотношение производительности технологических машин в агрегате (или поточной линии), легко найти общие нормативные затраты энергии на обработку заданного V (т) объема зерна:

$$R_{общ}=(R_{по}+R_{с}+R_{ав}+R_{во}+R_{тр})\ V. \quad (8.7)$$

Расход энергии на эталонном объекте ($R_{этал}$)

В качестве эталонного принимается объект (зернопункт, комплекс послеуборочной обработки зерна), в котором устанавливаются энергосберегающие машины и оборудование и применяются лучшие режимные технологические решения.

В качестве эталонного объекта можно принять зерноочистительно-сушильный пункт "Звенигородский":

производительность поточной линии — 6 т/ч (3000 т в сезон);

расчетное число часов работы — 500 ч;

автоматизация процессов подачи топлива из склада, загрузки машин и емкостей зерном, поддержания заданной температуры теплоносителя, регулирования заданной влажности на выходе из сушилки, пуска, остановки топки и защиты от аварийных режимов, переключения потоков зерна заслонками с электроприводом, сигнализации работы оборудования, общего централизованного управления с блокировками машин и оборудования в технологическом потоке.

За счет интенсификации режимов работы оборудования и устранения холостой работы при изменениях технологических потоков обработки зерна расход топлива составил 5,6 кг/т, электроэнергии — 19,2 кВт·ч/т.

8.2. Расчет резерва и потенциала экономии топливно-энергетического ресурса (ТЭР)

1. Расчет резерва экономии ТЭР определяется по формуле (1.2):

$$\Delta R_{рез} = \frac{R_{факт} - R_{норм}}{R_{факт}} 100 .$$

Значения $R_{факт}$ в процессах послеуборочной обработки зерна складываются из расходов $R_{факт.ж}$ жидкого топлива в сушилках и электроэнергии на активное вентилирование $R_{факт.ав}$ (электронагреватель и электропривод вентилятора) и $R_{факт.мех.}$ на электропривод машин и механизмов зернопункта. Общий фактический расход:

$$R_{факт}=(R_{факт\ ж}+ R_{факт\ ав}+ R_{факт.мех}) K_{п} , \qquad (8.8)$$

где $K_{п}$ — коэффициент перегрузки, учитывающий пусковые режимы, прогрев, холостые ходы и др. ($K_{п}$=1,2).

Перевод 1 кг жидкого топлива (солярки), сжигаемого в сушилках, в кВт·ч учитывается коэффициентом:

$$R_{факт\ ж} = \frac{10000 ккал/кг}{860 ккал/кВт \cdot ч} A \ кг/т=11,63A, \qquad (8.9)$$

где А — расход топлива, кг.

Общий удельный (на одну тонну зерна) расход энергии на КЗС-20Ш составит:

$$R_{факт}= (11,63 кВт·ч/кг\ 10 кг/т + 13,7 кВт·ч/т + 10,05 кВт·ч/т)\ 1,2 = =168,06 кВт·ч/т.$$

Активное вентилирование в бункерах используется для временного хранения зерна с провотриванием и охлаждением.

Нормативный расход $R_{норм}$ определяют по формуле (8.7):

$$R_{общ.норм} =7,5+0,4+10,6×11,63+0,4+2,8=134,4 кВт·ч/т.$$

Определяют резерв экономии энергоресурсов по формуле (1.2):

$$\Delta R_{рез} = \frac{168,06 - 134,4}{168,06} 100 = 20\% .$$

2. Расчет потенциала экономии ТЭР ведется по формуле (1.3):
Расход на эталонном объекте равен:

$$R_{этал} =11,63×5,6+19,2=75,328 кВт·ч/т.$$

Потенциал экономии ТЭР составит:

$$\Delta R_{\text{потен}} = \frac{168,6 - 84,328}{168,6} 100 = \frac{102,272 \times 100}{168,6} = 60\%.$$

Потенциал получен при сравнении с высокоавтоматизированным зернопунктом с открытой площадкой для временного хранения зерна и арочным хранилищем зерна россыпью и с загрузкой верхним транспортером и выгрузкой нижним.

Примеры расчетов носят методический характер.

8.3. Рекомендации по реализации выявленных резервов и потенциалов экономии ТЭР

Для реализации резервов и потенциала экономии ТЭР рекомендуется проводить следующие мероприятия.

1. Широко использовать площадки с навесами, транспортерами для подачи зерна в завальные ямы зернопунктов и с механизмами для ворошения зерна. При этом происходит естественная сушка зерна без затрат энергии и обеспечивается его сохранность до обработки в поточной линии зернопункта. Экономия энергии составляет до 500% по сравнению с применением вентилируемых бункеров.

2. Автоматизация режима сушки зерна в шахтных зерносушилках, обеспечивающая автоматическую загрузку без перепусков зерна, регулирование режима влагосъема до кондиционной влажности (14%), исключение холостой работы установки и сокращение продолжительности режимов пуска и остановки, автоматизацию регулирования температуры теплоносителя в зависимости от исходной влажности зерна и др. Экономия тепловой энергии составляет до 25-30%.

3. Переход на энергосберегающее теплотехническое оборудование, например, на универсальные топочные агрегаты типа ТАУ-1,5А, имеющие тепловой КПД до 92%, или универсальные сушильные агрегаты типов УСК-2 и УСК-4. Переход на современное теплотехническое оборудование обеспечивает сокращение расхода энергии на 10% и более. (См. "Энергосберегающее теплоэнергетическое оборудование для сельскохозяйственного производства". — М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2000).

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
1. Общая методика энергетического мониторинга сельскохозяйственных объектов при определении резервов и потенциала топливно-энергетических ресурсов. 5
2. Энергетический мониторинг в растениеводстве защищенного грунта, выявление резервов и потенциала экономии ТЭР. 17
3. Энергетический мониторинг технологии хранения плодоовощной продукции. 27
4. Энергетический мониторинг сельскохозяйственных объектов, использующих в качестве энергоносителей в производстве теплоты и технологиях электрическую энергию, газ и твердое топливо, выявление резерва и потенциала экономии ТЭР 35
5. Энергетический мониторинг сельскохозяйственного водоснабжения, выявление резервов и потенциала экономии ТЭР. 55
6. Энергетический мониторинг электроприводов сельскохозяйственных объектов, выявление резервов и потенциала экономии ТЭР. 68
7. Энергетический мониторинг процессов освещения и облучения сельскохозяйственных объектов, выявление резервов и потенциала экономии ТЭР. 80
8. Энергетический мониторинг зернопунктов, выявление резервов и потенциала экономии ТЭР. 91

11 – Зак. 143

МЕТОДИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ, ВЫЯВЛЕНИЕ РЕЗЕРВОВ И ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ (ТЭР)

Художественный редактор *Л. А Жукова*
Компьютерная верстка *Е. Я. Заграй*
Корректор *В. М. Мирскова*

Набор и верстка на компьютерной системе ФГНУ "Росинформагротех"

Изд. лиц. ЛР 020783 от 16.06.98 Подписано в печать.03.08.2001 Формат 60x84/16
Бумага писчая Гарнитура шрифта "Times Nev Roman" Печать офсетная
Усл. печ. л. 5,81 Усл. кр.-отт. 6,03 Уч.-изд. л. 4,8 Тираж 1000 экз. Заказ 143

Отпечатано в типографии ФГНУ "Росинформагротех",
141261, пос. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60

gost.e-ecolog.ru