

**ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ И РЕГЛАМЕНТОВ ЭНЕРГОАУДИТА  
ПОСЛЕУБОРОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Колос В.А.<sup>1</sup>, к.т.н., Сапьян Ю.Н.<sup>1</sup>, Сулейманов М.И.<sup>1</sup>, к.т.н., Кабакова Е.Н.<sup>1</sup>, Ловкис В.Б.<sup>2</sup>, к.т.н., доцент, <sup>1</sup>ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ», г. Москва, Российская Федерация, <sup>2</sup>БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Тенденцией развития послеуборочных технологий является совмещение обработки урожая и режимного хранения продукции (продовольственной, семенной, фуражной) с подготовкой к посеву и (или) сбыту на технологических комплексах (ТК): зерноочистительно-сушильных, овощекартофелехранилищах и т.п. Они оснащены новейшим оборудованием, состав которого определяется назначением, физиологическими, биохимическими и технологическими свойствами поступающего с поля материала и товарной продукции. Конечная цель ЭА ТК – повышение энергоэффективности (ЭЭ) и реализация доступного потенциала энергосбережения (ППЭС) – достигается путем внедрения плана организационных, базисных и инновационных мероприятий, разрабатываемых в ходе мониторинга и энергосберегающей оптимизации ТК с учетом фактического финансового состояния сельхозпроизводителя и возможностей получения инвестиций.

При ЭА ТК рассматривается как совокупность поточных линий соответствующей конфигурации, обеспечивающих получение кондиционной продукции. Входными данными для алгоритмизированных оптимизационных вычислений в ЭА ТК являются производительность и операционные расходы ТЭР потребителями в составе основного оборудования ТК и систем автоматизации контроля-управления технологическими режимами, микроклимата (отопления-вентиляции-кондиционирования), охлаждения, водоснабжения, освещения, а также объемы исходного сырья и конечной продукции. Поскольку обработка урожая уменьшает энергопотенциал конечной продукции, то для послеуборочных ТК неприменимы интегральные критерии ЭЭ полевой технологии (коэффициент и индекс [1]). Выходными показателями в данном случае являются определяемые по 2-й версии ЭА [2] базовые, начальные и прогнозные расходы ТЭР на тонну продукции поточных линий ТК, прямая энергоемкость ее производства, энергозатраты и ППЭС технологии. Оптимальность рассматриваемых вариантов линий оценивается по уровням расхода ТЭР относительно их значений в базовом ТК – эталонном аналоге с самыми высокими для данного района (территории, региона) технико-экономическими показателями по данным информационного обеспечения ЭА.

Производительность и расходы ТЭР машинами обследуемого ТК на тонну продукции определяются выборочно (после осмотра и наблюдения за работой) опытным путем, а новыми технически исправными машинами, также как базового ТК, вычисляются по данным приборного учета, паспортов и инструкции по эксплуатации. Составляются и анализируются топливно-энергетические балансы (ТЭБ) сравниваемых ТК по топливу, тепло- и электроэнергии.

Для апробации методики ЭА были приняты достаточно сложные и энергоемкие объекты-представители: зерноочистительно-сушильный комплекс и овощекартофелехранилище.

Перечень процедур ЭА технологии приводится в 1-й графе его регламента.

При общем обследовании ТК проводится:

ознакомление с его устройством и функционированием, согласование порядка использования аудиторами статистической отчетности и техдокументации, составление технического задания, программы, графика и стоимости ЭА, подписание договора с заказчиком;

проверка соответствия марок и параметров машин паспортным данным, оценка уровня технологической дисциплины, полноты и адекватности техдокументации, контроля качества и потерь продукции продовольственного, семенного и фуражного назначения;

оценка уровня автоматизации контроля-управления технологическими режимами, освещенность рабочих мест и площадок ТО;

оценка порядка приемки, хранения, учета, соблюдения норм расхода ТЭР, в т.ч. местных и покупных;

## **Секция 1: Технологии и техническое обеспечение сельскохозяйственного производства**

анализ структуры сезонного потребления ТЭР, в т.ч. холодной и горячей воды на технологические и бытовые нужды, по показаниям штатных счетчиков; проверка счетов и тарифов на ТЭР и воду;

проверка актов закладки продукции на хранение и журнала наблюдений за условиями хранения, показателей потерь продукции, их соответствия нормативным и (или) проектным.

При мониторинге оборудования ТК определяются:

техническое состояние и работоспособность основного технологического оборудования, установленная мощность электродвигателей, вместимость бункеров, схемы поточных линий;

фактическая операционная производительность и расход ТЭР машинами и линиями по данным опытных приборных измерений при выполнении штатных технологических операций;

техническое состояние, характеристики и работоспособность систем автоматизации контроля-управления технологическими режимами, микроклимата (отопления-вентиляции-кондиционирования), охлаждения, водоснабжения, освещения;

техническое состояние, работоспособность и эксплуатационные показатели холодильных установок, электрических и водяных калориферов.

При обследовании строения хранилища в соответствии со стандартами другими нормативными документами определяются:

номер типового проекта, типы и марки стройматериалов, срок эксплуатации, площадь и вместимость, виды, состав и способы хранения продукции, коэффициент оборачиваемости;

состояние несущих и ограждающих конструкций (путем тепловизионного контроля), технических устройств, электрических и других сетей с составлением карты повреждений;

Энергосберегающая оптимизация ТК предусматривает:

обзор аналогов и выбор базового варианта, верификацию и актуализацию технологических карт обследуемого и базового ТК;

формирование массивов постоянных и вариативных входных данных алгоритма, вычисление начальных показателей ЭЭ машин, поточных линий и ТК в целом, составление начального ТЭБ;

выявление нерациональных элементов поточных линий и ТК в целом, разработка энергосберегающих мероприятий (организационных, базисных, инновационных);

обновление вариативных входных данных, итеративные вычисления прогнозных показателей и критериев ЭЭ, экономическая оценка мероприятий;

корректировка схем поточных линий и техдокументации ТК, составление прогнозного ТЭБ по видам энергии для сравнения с начальным и базовым;

формирование плана энергосберегающих мероприятий, обеспечивающих существенное повышение ЭЭ и реализацию ППЭС ТК, с выделением первоочередных (низкозатратных) и последующих (высокозатратных) позиций;

обсуждение результатов ЭА с заказчиком, внесение изменений в план мероприятий, уточнение техдокументации ТК и вариативных входных данных с повторной оценкой ЭЭ (при необходимости), подготовка и подписание окончательного плана мероприятий и отчета по ЭА.

Во 2-й графе регламента представляется информационно-методическое и метрологическое обеспечение ЭА: стандарты, нормативно-справочные материалы, техдокументация, научные рекомендации, инновационные БД, приборы и инструментарий для проверок и опытов, формы и бланки отчетности. В 3-й графе – конкретные результаты ЭА по каждой выполняемой процедуре: формализованные отчетные данные проверок, анализа, испытаний или вычислений, предложения в план энергосберегающих мероприятий и т.п.

Представленная методика и регламент будут использованы при разработке типовых инструкций по энергоаудиту в сельскохозяйственном производстве, обеспечивающих корректность, качество и достоверность результатов, существенное повышение энергоэффективности и практическую реализацию доступного потенциала энергосбережения послеуборочных технологий.

Литература

1. Ловкис В.Б., Колос В.А. О критериях энергетической эффективности сельскохозяйственных технологий // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межвед. темат. сб. Т. 32. – Минск: РУП «НПЦ НАНБ по механизации с.-х.», 2008. – С. 13-19.
2. Колос В.А., Сапьян Ю.Н., Сулейманов М.И., Кабакова Е.Н., Ловкис В.Б., Абрамчик Л.А. Критерии энергосберегающей оптимизации технологии выращивания растений // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: Сб. науч. статей. – Минск: БГАТУ, 2018. – С. 412-416.

УДК 621.56/59

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ МОЛОКА НА ФЕРМЕ**

**Коршунов А.Б.**, к.т.н., доцент, **Коршунов Б.П.**, к.т.н.  
ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ», г. Москва, Российская Федерация

В настоящее время на молочных фермах широкое распространение получили танки-охладители с испарителями непосредственного действия. Однако у них есть целый ряд недостатков, которые могут приводить к снижению качества молока [1]. В этих танках начало охлаждения зависит от скорости заполнения молоком. Производитель, как правило, рекомендует включать компрессорно-конденсаторный агрегат, когда уровень молока достигнет лопаток мешалок. Это достаточно большой промежуток времени, в течение которого молоко будет оставаться неохлажденным. Следующий достаточно серьезный недостаток – смешивание холодного, находящегося уже в танке молока, и теплого, поступающего от последующих доек, что приводит к разрушению жировых и белковых клеток в теплом молоке, кроме того повышается его кислотность.

Одним из способов сохранения высокого качества молока является применение предварительного охлаждения с использованием воды в качестве хладоносителя. Однако применение таких систем сдерживается в силу сравнительно высокой температуры замерзания воды, что приводит к разрыву водопроводов и выходу из строя охлаждающего оборудования, кроме того, из-за плохого качества воды теплообменник требует частого технического обслуживания, очистки пластин и т.д. [3].

Одним из путей решения этой проблемы является использование в системах предварительного охлаждения экологически чистого хладоносителя с низкой температурой замерзания (Экосол) [3], преимущества которого:

1. Экологическая и токсикологическая безопасность – изготавливается из реагентов, используемых при производстве лосьонов, кремов и мазей для заживления ран, ссадин и порезов;
2. Хорошие смазывающие свойства, позволяющие увеличить срок службы сальниковых устройств центробежных насосов;
3. Пожаро- и взрывобезопасность;
4. Отсутствие коррозионного воздействия на различные металлы, используемые в системах охлаждения;
5. Лучшие теплофизические свойства по сравнению с рядом уже используемых и широко распространенных хладоносителей;
6. Малая вязкость при низких температурах, позволяющая уменьшить нагрузку на вал приводов электронасосов в системах охлаждения;
7. Относительно низкая стоимость.

Производится на основе этилкарбитола в различных модификациях: экосол-65, экосол-40, экосол-20 и экосол-10 (цифра обозначает температуру замерзания), которые выбираются из условий эксплуатации и поставляются в готовом к употреблению виде.

На рисунке 1 представлена технологическая схема предварительного охлаждения молока на фермах с использованием природного холода и хладоносителя Экосол-40.

Система работает следующим образом.