

смартфонами, которые позволяют производить тепловизионную съёмку, видеосъёмку, и оперативно отсылать их любому абоненту.

В качестве примера можно привести, тепловизионную камеру Seek Thermal разработанную специально для смартфонов компанией Flir при совместном сотрудничестве с фирмой Raytheon. Эта камера является полноценным тепловизионным устройством, которое можно подключить через micro USB к смартфону и получить на дисплее видеотрансляцию с инфракрасной камеры. Тепловая съемка ведется с помощью главного элемента тепловизора – миниатюрного болометра, который имеет объектив из специального стекла. При помощи болометра Seek Thermal снимается температурная картина окружающих предметов и поверхностей. Камера измеряет температуру от минус сорока до трёхсот градусов по Цельсию. Цена такого самого недорогого тепловизора составляет всего 199\$. [1] Подобный ценовой уровень позволяет иметь тепловизионную аппаратуру в любом хозяйстве и перейти от плановых технических осмотров оборудования при планово-предупредительном ремонте к сплошному систематическому мониторингу тепловых режимов электроприводов, электрооборудования и теплового хозяйства.

Документирование и ретроспективный анализ тепловизионных съёмок позволят выявить температурные тренды на самых ранних этапах возникновения дефектов в обследуемом оборудовании и принять упреждающие меры по предотвращению отказа оборудования. Несомненно, покупка тепловизионного оборудования не решит все задачи эксплуатационников, потребует дополнительных затрат на обучение персонала, но массовое использование современного тепловизионного оборудования позволит в дальнейшем существенно снизить эксплуатационные затраты, создать иерархическую структуру контроля реального технического состояния оборудования в Республике.

Литература

1. <https://www.pergam.ru/articles/smartfon-teplovizor.htm>.

УДК 664.723

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В КОНВЕКТИВНЫХ ЗЕРНОСУШИЛКАХ

Цубанов И.А., Цубанова И.А., Безгодова И.Д.

БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Среди общих потерь зерна большой удельный вес имеют потери обусловленные хранением сырого зерна. Поэтому основным способом сохранения качества зерна является сушка, направленная на снижение влажности зерна до кондиционной. Природно-климатические условия Республики Беларусь предопределяют необходимость сушки более половины убранного зерна перед закладкой на хранение.

Сушка является ключевой операцией в комплексе мероприятий по послеуборочной обработке зерна. И в тоже время – это самый энергозатратный процесс. Это связано с тем, что для сушки зерна в основном используются конвективные сушилки. Кроме расходов электрической энергии на транспортировку зерна и подачу агента сушки и воздуха, значительные затраты теплоты расходуются на приготовление агента сушки в топочных агрегатах.

Снижение расходов топлива на зерносушение неразрывно связано с утилизацией теплоты отработавшего агента сушки.

Рассмотрим использование компрессионного теплового насоса в конвективной зерносушилке. Предусмотрено осушение отработавшего сушильного агента с последующим его использованием для низкотемпературной сушки семенного зерна. В этих условиях температура агента сушки не превышает 70°.

Отработавший агент сушки насыщен водяным паром, что свидетельствует об использовании его влагопоглатительной способности. В испарителе теплового насоса агент сушки

охлаждается, что приводит к выпадению конденсата и осушке воздуха. При прохождении через конденсатор воздух нагревается до заданной температуры, после чего вновь поступает в сушильную камеру.

Условия энергосбережения определяются параметрами работы теплового насоса:

- коэффициентом преобразования μ ;
- разностью температур конденсации и испарения хладагента в тепловом насосе $\delta t_{\text{тн}}$;
- удельными затратами электрической энергии на привод компрессора $l_{\text{км}}$.

Предложена зависимость для определения коэффициента преобразования [1]:

$$\mu = 8,13 - 0,088\delta t_{\text{тн}}. \quad (1)$$

Для расчета разности температур конденсации и испарения хладагента следует пользоваться формулой:

$$\delta t_{\text{тн}} = t_1 - t_3 + \delta t_1 + \delta t_2, \quad (2)$$

где t_1 – температура агента сушки на входе сушильной камеры, °С; t_3 – температура воздуха на выходе из испарителя °С; δt_1 и δt_2 – наименьшие температурные напоры в конденсаторе и испарителе.

В случае применения теплового насоса для осушения агента сушки удельные затраты на привод компрессора определяются внутренним тепловым балансом сушильной камеры. Эти затраты оказываются равными разности добавлений и затрат теплоты в сушильной камере:

$$l_{\text{км}} = -\Delta. \quad (3)$$

Тогда коэффициент преобразования при принятых условиях работы теплового насоса будет равен:

$$\mu = \frac{(t_1 - t_3)A}{(t_1 - t_2)l_{\text{км}}}, \quad (4)$$

где A – параметр, характеризующий процесс сушки, кДж/кг; t_2 – температура агента сушки на выходе сушильной камеры, °С.

При этом $A = 2500 + 1,88t_2 - \Delta$.

Решая систему уравнений (1)–(4), окончательно получаем:

$$\delta t_{\text{тн}} = \frac{8,13(t_1 - t_2) + B(\delta t_1 + \delta t_2)}{0,088(t_1 - t_2)B}, \quad (5)$$

где $B = -A / \Delta$.

Из уравнения (5) следует, что значение $\delta t_{\text{тн}}$ зависит от разности добавлений и затрат теплоты в сушильной камере. При увеличении величины Δ разность температур конденсации и испарения уменьшается. Снижение значения $\delta t_{\text{тн}}$ при заданном температурном режиме приводит к повышению температуры охлажденного воздуха t_3 . В этом случае процесс сушки смещается в более влажную область состояния воздуха.

С другой стороны уменьшение значения Δ приводит к снижению непроизводительных затрат теплоты, а следовательно уменьшает экономический эффект при использовании тепловых насосов в конвективных зерносушилках.

Из вышесказанного следует, что условие применения тепловых насосов в конвективных зерносушилках для осушения агента сушки определяется внутренним тепловым балансом сушильной камеры и выражается следующим неравенством:

$$\Delta_{\text{min}} \leq \Delta \leq \Delta_{\text{max}},$$

где Δ_{min} – наименьшее значение Δ для обеспечения энергосбережения в требуемых размерах, кДж/кг; Δ_{max} – наибольшее значение Δ , при котором не происходит переувлажнение агента сушки в сушильной камере, кДж/кг.

Литература

1. Цубанов, А.Г. К вопросу энергосбережения в конвективных зерносушилках / А.Г. Цубанов, А.Л. Синяков, И.А. Цубанов // Агропанорама. – № 3, 2009. – С. 22-27.

УДК 631.371

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ
ЭНЕРГИИ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Карпович А.М., Цубанова И.А.

БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Основой существования современного общества является стабильное наличие различных источников энергии. Постоянный рост потребления требует постоянного роста добычи традиционных энергоресурсов. Ограниченность энергетических ресурсов привела к поиску альтернативных источников энергии. Вместе с тем, альтернативные источники энергии и процесс их использования выдвигают на первый план достаточно большое количество новых проблем, которые необходимо решать.

Альтернативные источники энергии имеют в своем основании процессы, длительность которых значительно превышает период восстановления традиционных источников энергии. Солнечное излучение, приливы, ветер и тепло земной мантии не могут закончиться в ближайшие тысячелетия. Соответственно, использование данных процессов для получения энергии не имеет ограничений.

Наиболее развитые страны, потребляющие значительные объемы вырабатываемой энергии, развернули массивную программу внедрения альтернативных источников энергии. Республики Беларусь также не может отказаться от использования альтернативных источников энергии, но при этом необходимо учитывать особенности белорусской экономики.

Прогноз Мирового энергетического конгресса утверждает, что к 2020 году альтернативные источники энергии в общем энергопотреблении займут около 5,8 %. Такие развитые страны как США, Великобритании, Франция, Германия и др. предполагают приблизиться к цифре в 20 %. В странах Европы планируется к 2020 году использование экологически чистого теплоснабжения в 70 % всего жилого фонда Европы. [1, с. 123]

Наиболее массовые альтернативные источники энергии при производстве энергии опираются на энергию Солнца, ветра и воды. Иные альтернативные источники являются достаточно специфическими и зачастую сильно привязаны к конкретным особенностям местности, которые связаны с геологическими или космическими процессами.

Наиболее распространенными источниками альтернативной энергии является использование солнечных фотоэлектрических преобразователей, которые производят ежегодно около 300 МВт и ветроустановки, имеющие суммарную мощность 70 000 мВт. [2, с. 23]

Необходимо отметить, что количество традиционных ресурсов на нашей планете еще достаточно большое. Кажущееся противоречие между стремлением внедрять альтернативные источники энергии из-за конечности традиционных источников объясняется просто. Добыча традиционных ресурсов имеет конкретную рентабельность, которая определяется сложностью их добычи и доставки к конечному потребителю. В случае отрицательной рентабельности добычи ресурсов, можно утверждать, что эти ресурсы для рынка фактически отсутствуют.

Использование Солнца в качестве источника энергии наряду с преимуществами, имеет и значительное количество недостатков. Наиболее значимой проблемой является отсутствие равномерного потока света на протяжении суток, а также зависимость солнечного излучения от времени года. Следовательно, солнечные батареи не являются стабильным источником энергии. Решением данной проблемы является использование различных систем аккумуляции энергии, увеличивающих срок окупаемости установки.