

УДК 631:362.7

**ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ
УСТАНОВОК КОНТАКТНОГО ТИПА ДЛЯ СУШКИ ЗЕРНА
PARTICULARITIES OF THE CALCULATION
OF HEAT INSULATION
OF THE CONTACT GRAIN DRYERS**

**В.И. Курдюмов, И.Н. Зозуля
V.I. Kurdyumov, I.N. Zozulya
Ульяновская ГСХА
Ulyanovsk state agricultural academy**

Grain drying is one of the most important processes in different technologies production and conversion agricultural products. Energy efficiency in general depends on the design of the dryer.

In this connection, offered patented contact grain dryer, as well as calculations for determination of the sufficient thickness of heat insulation layer.

Сушка зерна является неотъемлемой частью множества различных технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

В Ульяновской ГСХА разработана энергосберегающая установка для сушки зерна, основанная на принципе контактного подвода теплоты к зерну [2]. Контактная сушка для установок с высокой пропускной способностью не достаточно эффективна. Однако реализация данного способа в установках относительно небольшой производительности, предназначенных для эксплуатации в небольших фермерских хозяйствах, позволяет использовать энергию гораздо эффективнее.

Эффективность использования энергии при сушке зерна в установке во многом зависит от вида и особенностей используемой теплоизоляции. При наличии тепловой изоляции снижаются тепловые потери, а, следовательно, повышается количество сэкономленной энергии.

Наложение теплоизоляции на цилиндрическую поверхность имеет свою особенность: вследствие утолщения изоляции наряду со снижением внутреннего термического сопротивления возрастает наружная поверхность теплообмена, что способствует увеличению теплопотерь [1].

Для обоснования толщины слоя изоляции выполним тепловой расчет для установившегося режима работы установки, при котором температура кожуха t_k и тепловой поток через слои теплоизоляции постоянны.

На рисунке изображена схема распределения температуры в установке.

Качество тепловой изоляции оценивают коэффициентом полезного действия:

$$h_u = 1 - \frac{\Phi_u}{\Phi_n}$$

где Φ_u – тепловые потери изолированной установки, Вт; Φ_n – тепловые

потери неизолированной установки, Вт.

Тепловые потери многослойной цилиндрической оболочки, Вт,

$$\Phi = \frac{2\pi \cdot l}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}} (t_{c1} - t_{c(n+1)}),$$

где l – длина установки, м; n – число слоев; λ_i – теплопроводность i -того слоя, Вт/(м·К); t_{c1} – температура первого слоя, °С; $t_{c(n+1)}$ – температура последнего слоя, °С.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В УСТАНОВКЕ

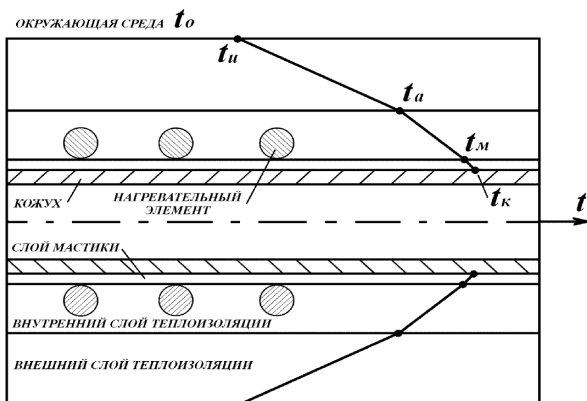


Рис. Распределение температуры в установке

Удельные потери теплоты в окружающую среду, Вт/м,

$$q = \frac{(t_k - t_{окр})}{R},$$

где t_k – температура кожуха установки, °С; $t_{окр}$ – температура окружающей среды, °С; R – суммарное термическое сопротивление, м·К/Вт.

$$R = R_m + R_a + R_{и} + R_o,$$

где R_m – термическое сопротивление слоя мастики, м·К/Вт; R_a – термическое сопротивление внутреннего слоя теплоизоляции, м·К/Вт; $R_{и}$ – термическое сопротивление слоя наружной изоляции, м·К/Вт; R_o – термическое сопротивление теплопередаче в окружающую среду, м·К/Вт.

Термическое сопротивление слоя мастики, м·К/Вт,

$$R_m = \frac{1}{2\pi\lambda_m} \ln \frac{d_m}{d_k},$$

где λ_m – теплопроводность слоя мастики, Вт/(м·К); d_m – наружный диаметр слоя мастики, м; d_k – диаметр кожуха установки, м.

Термическое сопротивление слоя внутренней теплоизоляции, м·К/Вт,

$$R_a = \frac{1}{2\pi\lambda_a} \ln \frac{d_a}{d_m},$$

где λ_a – теплопроводность слоя внутренней теплоизоляции, Вт/(м·К); d_a – диаметр слоя внутренней теплоизоляции, м.

Термическое сопротивление внешнего слоя теплоизоляции, м·К/Вт,

$$R_u = \frac{1}{2\pi\lambda_u} \ln \frac{d_u}{d_a},$$

где λ_u – теплопроводность внешнего слоя теплоизоляции, Вт/(м·К); d_u – диаметр внешнего слоя изоляции, м.

Сопротивление теплоотдаче от наружной поверхности изоляции в окружающую среду, м·К/Вт,

$$R_o = \frac{1}{\pi d_u \alpha_n},$$

где α_n – суммарный коэффициент теплообмена наружной поверхности тепловой изоляции, Вт/(м²·К).

$$\alpha_n = \alpha_n^u + \alpha_n^k,$$

где α_n^u – коэффициент теплоотдачи излучением, Вт/(м²·К); α_n^k – коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/(м²·К).

Значение α_n^u можно определить по формуле:

$$\alpha_n^u = C \frac{\left(\frac{T_u}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_o}{100}\right)^4}{T_u - T_o},$$

где C – коэффициент излучения внешней поверхности слоя изоляции, Вт/(м²·К⁴); T_u – температура наружной поверхности изоляции, К; T_o – температура окружающей среды, К.

Коэффициент теплообмена конвекцией от наружной поверхности изоляции при естественной конвекции:

$$\alpha_n^k = 1,16 \sqrt{(T_u - T_o)}.$$

Тепловые потери изолированной установки, Вт,

$$\Phi_u = ql,$$

где l – длина кожуха установки, м.

Потери теплоты в окружающую среду от неизолированной установки определяют аналогично, без учета толщины внешнего слоя изоляции.

Диаметры слоев мастики и теплоизоляции обусловлены конструктив-

ными особенностями установки, поэтому являются постоянными величинами. Таким образом, выбрав материал теплоизоляции и оптимизировав толщину слоев, можно добиться снижения тепловых потерь при сушке зерна в установке контактного типа и, следовательно, снижения энергетических затрат на этот процесс.

Литература:

1. Драганов Б.Х. и др. Теплотехника в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1990. - 463 с.
2. Патент № 75233 РФ. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, И.Н. Зозуля; опубл. 27.07.2008 г., Бюл. № 21.

УДК 631:362.7

ОСОБЕННОСТИ СУШКИ ЗЕРНА РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР
В УСТАНОВКАХ КОНТАКТНОГО ТИПА
FEATURES OF DRYING OF GRAIN OF VARIOUS
CULTURES IN INSTALLATIONS OF CONTACT TYPE

В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко
V.I. Kurdyumov, A.A. Pavlushin, G.V. Karpenko
Ульяновская ГСХА
Ulyanovsk state agricultural academy

Importance of carrying out of process of drying of grain is proved. The basic features of drying of grain of various cultures are defined. Resulted researches and the received regime parameters of process of drying of grain of wheat and rye grain are presented.

Сушка зерна в зерносушилках - это основной и наиболее высокопроизводительный способ подготовки его к дальнейшему хранению и переработке.

Однако биологическое строение зерна требует не только снижения его влажности при сушке до требуемого значения, но и доведение зерна до такого состояния, при котором оно впадает в состояние, близкое к анабиозу, когда жизнедеятельность и дыхание его затормаживаются, а развитие микроорганизмов и вредителей почти прекращается вследствие отсутствия для этого благоприятных условий.

Зерно отдельных культур различается между собой по строению, консистенции ядра и оболочек, химическому составу и т. д., поэтому их свойства в процессе сушки проявляются по-разному. Важно технологически грамотно организовывать процесс сушки зерна, что невозможно без знания основ этого процесса и его особенностей применительно к зерну различных культур.

Зерна ржи обладают плотной оболочкой и сжатой бороздкой, в связи с чем отдают влагу медленнее, чем пшеница. Химический состав ржи допускает более высокий нагрев зерна по сравнению с пшеницей, но это приводит к ухудшению муксомольных и хлебопекарных качеств зерна.