

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51901.1-2002 «Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем».
2. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных процессов. РД 03-418-01. – М.: Госгортехнадзор РФ, 2001.
3. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1969.

4. Браун Д.Б. Анализ и разработка систем обеспечения техники безопасности: пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1979.
5. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. – М.: Наука, 1980.
6. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятие решений на основе нечеткой логики. Примеры использования. – Рига, 1990.



УДК 631.365.22

Н.А. Селиванов

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАПСОВОГО МАСЛА
В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА В ЗЕРНОСУШИЛКЕ**

***Ключевые слова:** тепловой расчет, зерносушилка, рапсовое масло, альтернативное топливо, снижение затрат.*

Введение

В последние годы намечается устойчивый рост к энергетическому использованию в топочных агрегатах зерносушилок с.-х. назначения и в промышленных котельных установках биологического топлива: животного жира, растительного и рапсового масла, глицерина. Это связано с объективной необходимостью радикального снижения выбросов CO₂ в атмосферу из-за парникового эффекта и постоянного роста цен на традиционное нефтяное топливо: природный газ, дизельное топливо и нефтяной мазут [1, 2].

Цель – найти удельный расход рапсового масла и оценить его эффективность использования в качестве топлива при применении в зерносушилке.

Задачи: составить расчетную схему зерносушилки; на основании расчетной схемы сделать тепловой расчет зерносушилки и определить удельный расход рапсового масла; оценить эффективность использования топлива рапсового масла в зерносушилке.

Метод расчета

Тепловой расчет выполняется графоаналитическим методом. Он включает в себя построение на *J-d*-диаграмме: а) процесса нагрева воздуха при смешивании его с продуктами сгорания топлива; б) процессов изменения состояния агента сушки в сушильных зонах или воздуха в зоне охлаждения; в) определение расходов агента сушки, теплоты и топлива на сушку и расходов воздуха [3].

Данный метод расчета основан на материальном и тепловом балансах сушильных зон и зоны охлаждения.

В расчете примем следующие обозначения основных величин: *t* – температура воздуха и агента сушки, °С; *θ* – температура зерна, °С; *φ* – относительная влажность воздуха и агента сушки, %; *d* – влагосодержание воздуха и агента сушки, ‰; *w* – влажность зерна (на общую массу), %; *J* – энтальпия воздуха и агента сушки, кДж/кг; *Π* – производительность сушилки, т/ч; *G* – масса зерна, проходящего за 1 ч через зерносушилку, т; *W* – масса испаренной влаги.

Буквенные обозначения будем отмечать верхним и нижним индексами. Нижние индексы: «0» – параметры наружного воздуха, «1» – величины на входе в сушилку, «2» – на выходе из нее. Верхние индексы ' , ' , ' ' присваиваем величинам, относящимся, соответственно, к первой и второй зонам сушки и третьей зоне (охлаждения).

Данные для расчета. Примем:

- топливо – рапсовое масло;
- на сушку поступает культура – пшеница продовольственного назначения с нормальной клейковиной;
- влажность зерна на входе и выходе составляет 20 и 14% соответственно.

Составим расчетную схему сушилки (рис. 1).

Температуру агента сушки на входе выбираем согласно режимам сушки зерна в зависимости от культуры, качества, назначения, начальной влажности зерна и типа зерносушилки. Элементарный состав топлива выбираем из [4, с. 162] (табл. 1).

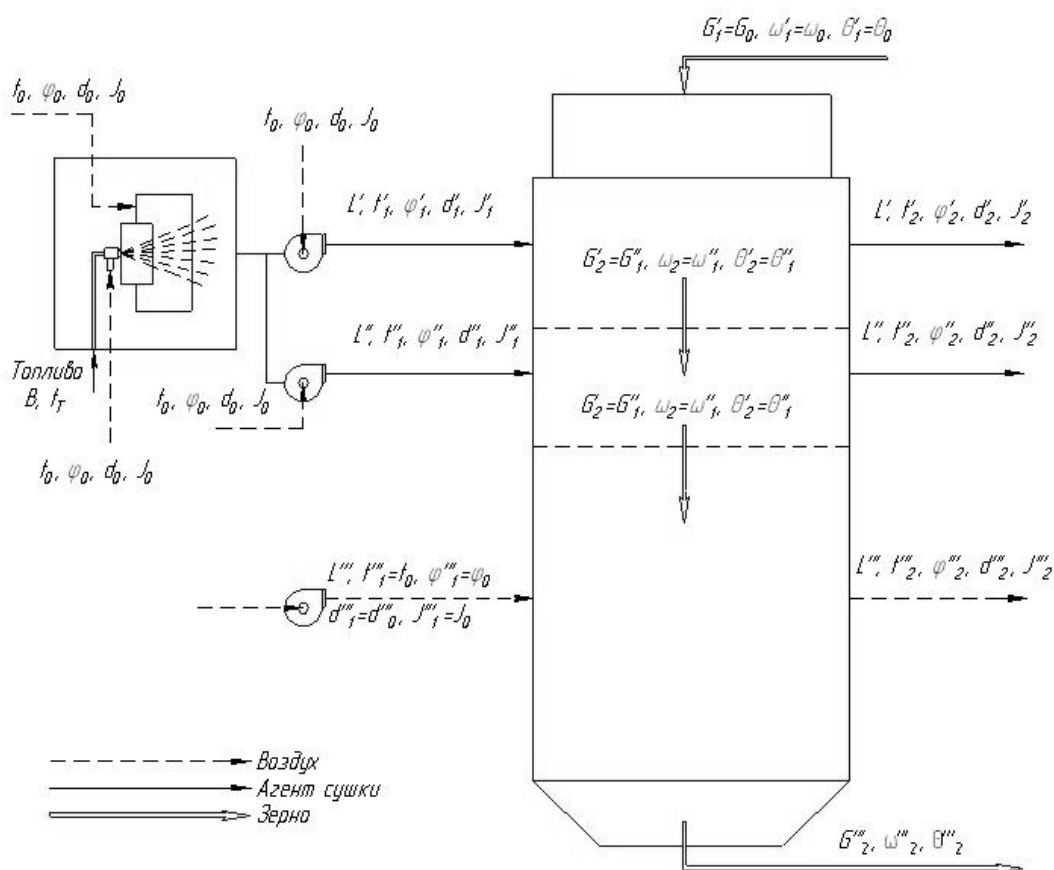


Рис. 1. Расчетная схема сушиллки с обозначением параметров и расходов

Таблица 1

Элементарный состав рапсового масла

С ^р	Н ^р	С ^р	Н ^р + О ^р	W ^р
77,5	11,6	0,0	10,9	0,0

Таблица 2

Исходные данные для теплового расчета сушиллки

Величина	Единица измерения	Числовое значение	Величина	Единица измерения	Числовое значение
P_1	т/ч	32	t_1'	°С	130
t_0	°С	5	t_1''	°С	150
φ_0	%	60	φ_2'	%	75
w_1'	%	20	φ_2''	%	50
$w_1'' = w_2'$	%	17	t_2'''	°С	20
$w_1''' = w_2''$	%	15	$q'_{o.c.} = q''_{o.c.}$	кДж/кг	10
w_2'''	%	14	$q'''_{o.c.}$	кДж/кг	25
ϑ_1	°С	3	$q_3 + q_4$	-	0,01
$\theta_2' = \theta_1''$	°С	35	q_5	-	0,04
$\theta_2'' = \theta_1'''$	°С	50	Q_H^p	кДж/кг	$37,1 \cdot 10^3$
θ_2'''	°С	12			

Снижением влажности зерна по зонам сушиллки, температуры зерна на выходе из

первой зоны и зоны охлаждения, параметрам состояния агента сушки и наружного

воздуха на выходе из сушилки зададимся на основе опыта эксплуатации шахтных прямо- точных зерносушилок.

Потери теплоты в окружающую среду $q_{o.c}$ по зонам можно рассчитать по формулам теплопередачи, определив площадь ограждений сушилки из ее предварительного эскиза. Благодаря тепловой изоляции и малой удельной поверхности сушилки величина $q_{o.c}$ очень мала. Потери теплоты в топке принимают на основе справочных данных [3].

Составляем сводную таблицу исходных данных для теплового расчета сушилки (табл. 2).

Расчет. Масса сухого воздуха при полном сгорании 1 кг топлива определяется по формуле:

$$L_t = \frac{Q_H^p (1 - q_s)}{\bar{c}_p (t_1 - t_0)} \quad (1)$$

где \bar{c}_p – средняя удельная изобарная теплоемкость сухого воздуха, равная 1,01 кДж/(кг·К).

Влагосодержание агента сушки на входе в сушилку определяется по формуле

$$d_1 = d_0 + 1000 \frac{W_t}{L_t} \quad (2)$$

где W_t – количество водяного пара, образующегося при сгорании 1 кг топлива, кг:

$$W_t = \frac{9H^p + W^p}{100} \quad (3)$$

Построим на $J-d$ -диаграмме линию процесса смешения воздуха с топочными газами (рис. 2). Откладываем найденные значения влагосодержания d_0, d_1', d_1'' проводим соответствующие им линии постоянного влагосодержания и изотермы t_1' и t_1'' . Точка А пересечения линий t_0, φ_0 и d_0 характеризует состояние наружного воздуха. Точки В' и В'' пересечения линий характеризуют состояние агента сушки на входе, соответственно, в первую и вторую зоны сушки.

Удельные затраты теплоты на нагрев зерна в зонах сушки представляются в виде

$$q_{np} = \frac{G_2}{W} c_2 \theta_2 - \frac{G_1}{W} c_1 \theta_1 = \frac{100 - W_1}{W_1 - W_2} c_2 \theta_2 - \frac{100 - W_2}{W_1 - W_2} c_1 \theta_1 \quad (4)$$

а разность добавлений и затрат теплоты

$$\Delta = q_d - (q_{np} + q_{o.c} + q_{терм}) \quad (5)$$

где $q_{терм}$ – теплота, затраченная на повышение внутренней энергии агента сушки вследствие неизобарности процесса, определяется по следующей формуле:

$$q_{терм} = 0,230(T_1 + T_2) \quad (6)$$

где T_1 – температура агента сушки при поступлении в сушильную камеру, К;

T_2 – температура отработавшего агента сушки, К.

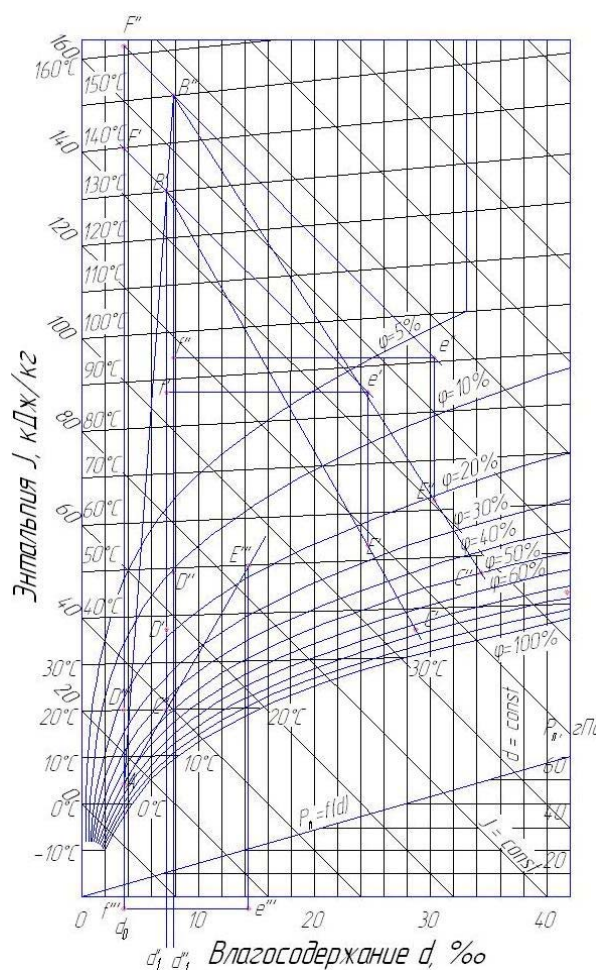


Рис. 2. Построение процессов и расчеты при помощи $J-d$ -диаграммы

Затраты теплоты $q_{терм}$, вызванные неизобарностью процесса, определяются для зон сушки. В зоне охлаждения q_n мала и ею пренебрегаем.

Переходим к построению процессов изменения состояния агента сушки и наружного воздуха на $J-d$ -диаграмме. Методика данных построений берется из [3, с. 17-18].

Находим удельные затраты теплоты на испарение влаги:

$$q = 1000 \frac{M_J \cdot L_{AF}}{M_d \cdot L_{CD}} \quad (7)$$

где M_J и M_d – масштабы энтальпии и влагосодержания на $J-d$ -диаграмме;

L_{AF} – длина отрезка AF;

L_{CD} – длина отрезка CD.

Для того чтобы найти общие затраты, надо определить массу испаренной влаги и массу зерна, проходящего через сушилку за 1 ч ее работы.

Результаты теплового расчета

Параметры	Числовые значения		
	для первой зоны сушки	для второй зоны сушки	для зоны охлаждения
Влагосодержание агента сушки d_1 , ‰	7,27	7,86	-
Масса сухого воздуха при полном сгорании 1 кг топлива L_1 , кг/кг	282,107	243,197	-
Удельные затраты теплоты на испарение влаги q , кДж/кг	6363,085	6027,329	-
Удельные затраты сухого агента сушки и наружного воздуха на испарение влаги l , кг/кг	46,633	38,063	275,330
Массовый расход агента сушки и наружного воздуха L , кг/ч	53937,07	27623,57	96442,14
Расход теплоты на сушку Q , кДж/кг	$7,359 \cdot 10^6$	$4,374 \cdot 10^6$	-

Найдем расход теплоты Q на сушку:

$$Q = qW. \quad (8)$$

Составим таблицу результатов теплового расчета (табл. 3).

Расход условного топлива B_y на сушку определим из теплового баланса сушилки с учетом химического и механического недожога топлива:

$$B_y = \frac{Q}{7000 \cdot 4,1868(1 - q_3 - q_4 - q_5)}. \quad (9)$$

Удельный расход условного топлива b_y :

$$b_y = \frac{B_y}{\Pi}. \quad (10)$$

Удельный расход рапсового масла b_{PM} :

$$b_{PM} = \frac{b_y}{Q_H}. \quad (11)$$

Удельный расход рапсового масла составил 2,49 кг/т. При тех же входных параметрах удельный расход дизельного топлива составляет 2,04 кг/т.

Выводы

1. Составлена расчетная схема прямой зерносушилки.

2. Найденны теплоэнергетические параметры (такие как расход теплоты на сушку в каждой зоне), необходимые для определения основных геометрических параметров

зерносушилки, использующей рапсовое масло в качестве топлива.

3. Найден удельный расход рапсового масла при снижении влажности продовольственного зерна с 20 до 14%, который составляет 2,49 кг/т.

Библиографический список

1. Марченко А.П., Семенов В.Г., Семенова Д.У., Лышков О.Ю. Исследование физико-химических показателей альтернативного биотоплива на основе рапсового масла // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – 2000. – Вып. 101. – С. 159-163.
2. Лозицкий Д.Н., Соколов Б.А. Альтернативное котельное топливо: энергетическое использование биологического топлива в промышленных котельных установках // Энергослужба предприятия. – 2008. – № 2. – С. 38-41.
3. Жидко В.И., Резчиков В.А., Уколов В.С. Зерносушение и зерносушилки: учеб. пособие для высш. учеб. заведений. – М.: Колос, 1982. – 289 с.
4. Демский Н.В. Повышение эффективности процесса сушки зерна в шахтных зерносушилках: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01.; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2008. – 153 с.

