

Summary

Main reasons of vacuum regime infringements in milking equipment, losses and consequences of their exploitation are examined in this article.

Key words: milk line, vacuum, milk apparatus.

УДК 631.172

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКУПЕРАЦИИ ТЕПЛОТЫ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ МАТЕРИАЛОВ

П.Ф. Богданович, Д.А. Григорьев

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

Сушка различных материалов сельскохозяйственного назначения требует значительных удельных затрат тепловой энергии, для получения которой приходится затрачивать дорогостоящее топливо. При этом большое количество теплоты «выбрасывается» в атмосферу с отработанным сушильным агентом. Повысить энергетическую эффективность процесса сушки можно путем применения теплообменника, позволяющего частично использовать тепловую энергию отработанного воздуха с выхода сушильной камеры как вторичного теплоэнергетического ресурса [1]. Для оценки эффективности использования рекуперативного теплообменника была использована схема, приведенная на рисунке.

В качестве исходных используются следующие данные:

Производительность по высушиваемому материалу	$m_1 = 1,0 \text{ т/ч};$
Температура и относительная влажность наружного воздуха	$t_A=10^{\circ}\text{C}, \varphi_A=75\%;$
Температура воздуха на входе сушильной камеры	$t_1=60^{\circ}\text{C};$
Температура и влажность высушиваемого материала на входе сушилки	$\theta_1=10^{\circ}\text{C}, \omega_1=50\%$
на выходе сушилки	$\theta_2=30^{\circ}\text{C}, \omega_2=30\%$
Относительная влажность воздуха на выходе сушилки	$\varphi_2=60\%;$

Использована также методика расчета процесса сушки, изложенная у Захарова А.А. [2], согласно которой масса высушиваемого материала на выходе сушилки (m_2 , кг/ч) и количество удаляемой влаги (W , кг/ч), определяются как

$$m_2 = m_1 (100 - \omega_1) / (100 - \omega_2);$$

$$W = m_1 (\omega_1 - \omega_2) / (100 - \omega_2),$$
(1)

где: m_1 – масса материала на входе сушильной камеры, кг/ч;
 ω_1, ω_2 – относительная влажность материала на входе и выходе, соответственно, сушильной камеры, %.
 при $m_1 = 1,0 \cdot 10^3$ кг/ч; $\omega_1 = 50\%$ и $\omega_2 = 30\%$ из (1)
 получим $m_2 = 0,714 \cdot 10^3$ кг/ч; $W = 0,286 \cdot 10^3$ кг/ч.

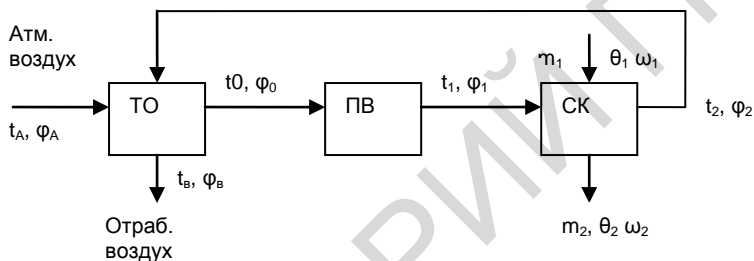


Рис. Технологическая схема процесса сушки.
 ТО-теплообменник; ПВ - подогреватель воздуха,
 СК - сушильная камера

Расход теплоты на подогрев воздуха, обеспечивающий сушку при заданных исходных данных определяется как

$$Q_{ПВ} = L (I_1 - I_0) + Q_M; \text{ кДж/ч, } (2)$$

где L – расход подогретого воздуха, используемого в качестве сушильного агента, кг/ч;

I_1, I_0 – энтальпия влажного воздуха на входе сушильной камеры и на входе подогревателя воздуха, кДж/кг с.в. (сухого воздуха);

Q_M – расход тепловой энергии на нагрев высушенного материала, кДж/ч.

Значения энтальпии I_0 и I_1 можно получить с помощью I-d-диаграммы, графически связывающей все параметры, определяющие тепловлажностное состояние воздуха при барометрическом давлении $p = 101,325$ кПа, приведенной в [3]. На основании I-d-диаграммы при сушке без теплообменника для атмосферного воздуха, имеющего па-

параметры $t_A = t_0 = 10^\circ\text{C}$, $\varphi_A = \varphi_0 = 75\%$ значение энтальпии $I_A = I_0 = 24,7$ кДж/кг с.в. Его влагосодержание $d_A = d_0 = 5,7$ г/кг с.в. На выходе подогревателя получим температуру $t_1 = 60^\circ\text{C}$, влажностью $\varphi_1 = 4,5\%$. Влагосодержание подогретого воздуха не изменится ($d_1 = d_0 = 5,7$ г/кг с.в.), а энтальпия примет значение $I_1 = 75$ кДж/кг с.в. В стационарном процессе сушки при проходе этого воздуха через сушильную камеру энтальпия воздуха не изменяется, т.е. $I_2 = I_1 = 75$ кДж/кг с.в. Однако влажность и влагосодержание, согласно I-d-диаграмме, примут новые значения и будут равны: $\varphi_2 = 29\%$, $d_2 = 13,5$ г/кг с.в.

Расход L (кг/ч) сушильного агента определяется как [2]

$$L = 1000 \cdot W / (d_2 - d_1). \quad (3)$$

Расход тепловой энергии на нагрев высушенного материала

$$Q_M = m_2 \cdot C_M (\theta_2 - \theta_1), \quad (4)$$

где: m_2 – масса высушиваемого материала, определяемая из выражения (1);

θ_2, θ_1 – температура высушиваемого материала на выходе и входе сушильной камеры;

C_M – удельная теплоемкость высушенного материала, определяемая как

$$C_M = m_c C_c + m_b C_b, \quad (5)$$

где: m_c – масса сухого вещества высушенного материала, приходящаяся на 1 кг этого материала (при $\omega_2 = 30\%$, $m_c = 0,7$ кг/кг);

C_c – удельная теплоемкость сухого вещества (для волокнистых

материалов $C_c = 2,3$ кДж/(кг · °C);

m_b – масса влаги, содержащаяся в высушенном материале (при $\omega_2 = 30\%$, $m_b = 0,3$ кг/кг);

C_b – удельная теплоемкость воды, равная $4,19$ кДж/(кг · °C).

Из (5) следует, что $C_M = 2,867$ кДж/(кг · °C).

Используя заданные условия процесса сушки, на основании соотношений (1,3,4) получим:

$$L = 367 \cdot 10^3 \text{ кг/ч}, \quad Q_M = 408 \cdot 10^3 \text{ кДж/ч}.$$

Тогда на основании (2) расход теплоты составит значение $Q_{пв} = 1887$ МДж/ч. Потребная тепловая мощность подогревателя $P_{пв} = Q_{пв}/3600 = 0,524$ МВт. Удельные затраты энергии 2,64 ГДж/на одну тонну готовой продукции, что эквивалентно 80 м^3 природного газа.

Теплообменник, при его работе в сухом режиме (без выпадения конденсата, при $\varphi_{в} = 90\%$) обеспечит, согласно I-d- диаграмме, снижение энтальпии отработанного воздуха до $I_{в} = 54$ кДж/кг с.в. и температуры до $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$. Период энтальпии $I_2 - I_{в} = 21$ кДж/кг с.в. За счет этого процесса произойдет подогрев атмосферного, поступающего на вход теплообменника, с повышением его энтальпии до значения $I_0 = 25,7$ кДж/кг с.в., температуры до $t_0 = 30^{\circ}\text{C}$ и относительная влажность примет значение $\varphi_0 = 21\%$. За счет процесса теплообмена обеспечивается подогрев атмосферного воздуха, поступающего на вход подогревателя, что эквивалентно снижению удельных затрат энергии в процессе сушки на 40%. Удельные энергозатраты составят 1,59 ГДж/т.

При использовании мокрого режима работы теплообменника, отработанный воздух охлаждаются до температуры, например $t_{в} = 14^{\circ}\text{C}$, т.е. ниже точки росы, соответствующей по I-d-диаграмме энтальпии $I_{в} = 39$ кДж/кг с.в., а влагосодержание $d_{в} = 10$ г/кг с.в. ($\varphi_{в} = 100\%$). За счет более глубокого охлаждения отработанного воздуха, в т.ч. и за счет снижения влагосодержания по причине конденсации избытка водяных паров, обеспечивается снижение энтальпии отработанного воздуха $\Delta I = 36$ кДж/кг с.в. и получение дополнительной энергии около 13 ГДж/ч, что соответствует 69% от потребного значения. Однако здесь потребуются усовершенствование конструкции теплообменника с целью эффективного отвода конденсата и предупреждения образования наледи в зимний период.

Дальнейшее снижение влажности высушиваемого материала, как это требуется, например, для сена, зерна, деловой древесины и др., требует повышения температуры сушильного агента. При этом теплообменник работающий даже при сухом режиме позволит снизить удельные энергозатраты на сушку не менее чем на 50 %.

Литература:

1. Марочкин В.К., Байлук Н.Д., Брилевский М.Ю. Использование вторичных топливно-энергетических ресурсов в сельском хозяйстве. – Мн.: Ураджай, 1989.-с.170-173.
2. Захаров А.А. Применение теплоты в сельском хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1986.-с.196-211.
3. Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. В 2-х ч. Ч.2 Вентиляция. – М.: Стройиздат, 1976.-с.21-26.

Резюме

Оценивается эффективность использования теплообменника при сушке волокнистых материалов в различных режимах его работы

Ключевые слова: теплообменник, сушка, энтальпия, энергосбережение.

Summary

Efficiency using of heat exchanger is estimated in the process of drying of fibrous materials in different conditions of its work.

Key words: heat exchanger, drying, enthalpy, energy-saving.

УДК 631.223.2:631.371:621.311:541.135.21

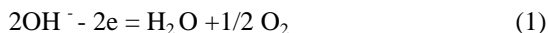
ЭЛЕКТРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ МОЮЩИХ И ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ РАСТВОРОВ

Д.А. Григорьев, П.Ф. Богданович

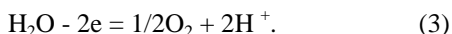
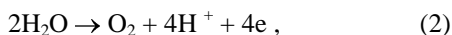
УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь

Электротехнология обработки водных растворов обеспечивает возможность одновременного получения двух фракций: кислотной (анодит) и щелочной (катодит), которые могут быть использованы для проведения санитарной обработки оборудования в животноводстве. Моющие и дезинфицирующие свойства получаемых растворов обусловлены присутствием необходимых химических соединений и веществ, концентрация которых зависит от направления и интенсивности электродных процессов и электрохимических реакций.

Анодные процессы условно могут быть разделены на первичные и вторичные электрохимические реакции. В начале обработки наиболее вероятной является реакция образования кислорода, протекающая в результате разряда ионов гидроксидов более подвижных чем анионы солей по реакции:



или прямого разряда молекул воды:



Начальная фаза процесса характеризуется резким увеличением кислотности анолита. При смещении рН анолита в кислую сторону и повышении концентрации анионов соли увеличивается вероятность их