

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ СУШКИ ЛИСТЬЕВ ТАБАКА ПУТЕМ АЭРАЦИИ

Пестова Л.П., канд. техн. наук; Винецкий Е.И., д-р техн. наук, профессор;
Ульянченко Е.Е.

ФГБНУ «Всероссийский научно – исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», г. Краснодар

Известно, что процесс сушки листьев табака в естественных условиях зависит от параметров атмосферного воздуха: температуры, влажности, скорости. При этом скорость движения воздуха в массе табака, размещенного на естественную сушку, определяется рядом факторов, к которым относятся: способ закрепления листьев табака, плотность размещения листьев в объеме сушильного сооружения, расположение сооружения относительно ветрового напора, вид покрытия и способ размещения ограждающих конструкций [1].

С целью повышения эффективности естественных способов сушки с использованием простейших сооружений изучены возможности использования физических законов аэрации для оптимизации параметров воздушных потоков в установке для сушки листьев табака. Под аэрацией понимают организованный естественный воздухообмен, в результате которого можно достигнуть параметров воздуха в помещении, отвечающих санитарно-гигиеническим нормам. Аэрация является общеобменной вентиляцией, осуществляемой за счет естественных сил: гравитационного и ветрового давления.

Обозначим:

t_v - средняя температура воздуха внутри сооружения для естественной сушки листьев табака;

t_n – температура воздуха снаружи;

ρ_v – плотность воздуха внутри сооружения для естественной сушки листьев табака;

ρ_n – плотность воздуха снаружи;

P_a – атмосферное давление.

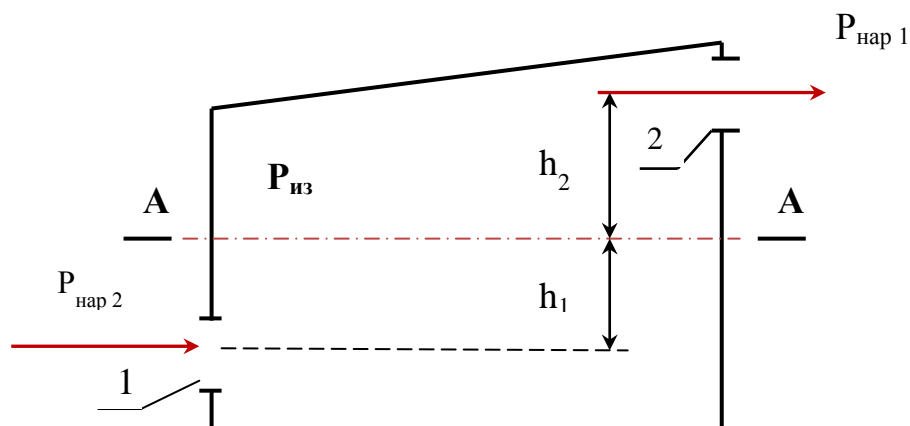


Рис. 1. Схема сооружения для естественной сушки листьев табака путем аэрации под воздействием гравитационного (теплового) давления

При расчете аэрации воспользуемся понятием внутреннего избыточного давления $P_{изб}$, под которым понимается разность давлений снаружи и внутри сооружения для естественной сушки листьев табака на одном и том же уровне.

В некоей области внутреннего объема сооружения для естественной сушки листьев табака существует уровень А—А равных давлений $P_{изб}$, где давление равно давлению за ее пределами.

Пусть в плоскости А-А (рис. 1) имеем избыточное давление $P_{изб}$, тогда у каждого из проемов 1 и 2 будут создаваться определенные избыточные давления.

Для отверстия 1, расположенного ниже уровня А—А на расстоянии h_1 будут давления P ;

- внутри помещения:

$$P_{вн\ h1} = P_{атм} + P_{изб} + h_1 \rho_{вн} g; \quad (1)$$

- снаружи помещения:

$$P_{н\ h1} = P_{атм} + h_1 \rho_{н} g; \quad (2)$$

Избыточное давление на уровне центра отверстия 1:

$$P_{изб\ 1} = P_{изб} - h_1 g(\rho_{н} - \rho_{в}); \quad (3)$$

Для отверстия 2, лежащего выше уровня А-А на расстоянии h_2 , будут давления P :

- внутри помещения:

$$P_{вн\ h2} = P_{атм} + P_{изб} - h_2 \rho_{вн} g; \quad (4)$$

- снаружи помещения:

$$P_{н\ h2} = P_{атм} - h_2 \rho_{н} g; \quad (5)$$

Избыточное давление на уровне центра отверстия 2:

$$P_{изб\ 2} = P_{изб} + h_2 g(\rho_{н} - \rho_{в}); \quad (6)$$

Плоскость, в которой избыточное давление равно нулю ($P_{изб} = 0$), называется нейтральной плоскостью, тогда согласно уравнениям (3) и (6) избыточные давления составят:

$$P_{изб\ 1} = -h_1 g(\rho_{н} - \rho_{в}); \quad (7)$$

$$P_{изб\ 2} = h_2 g(\rho_{н} - \rho_{в}); \quad (8)$$

Таким образом, у нижнего отверстия давление снаружи будет больше, чем давление внутри, а у верхнего, наоборот, внутреннее давление будет больше наружного. За счет разности этих давлений наружный воздух будет поступать в помещение через нижние отверстия, а удаляться – через верхние. Значения избыточных давлений зависят от высоты расположения отверстий и изменяются по линейному закону (рис. 2).

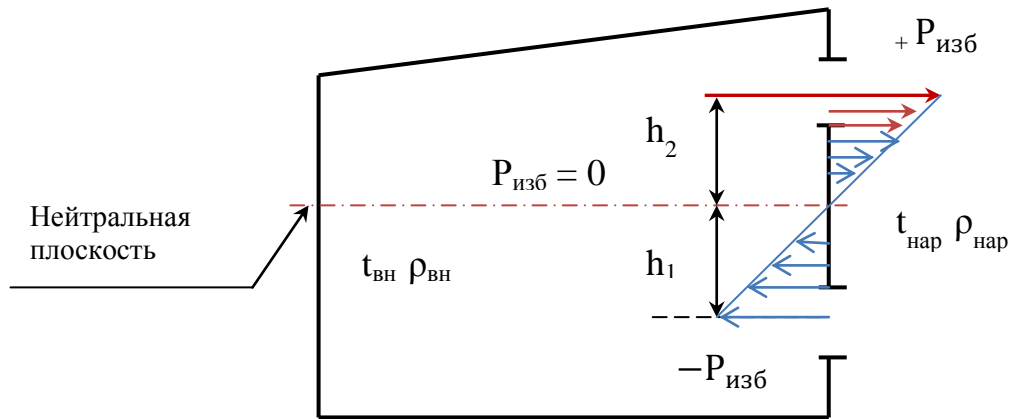


Рис. 2. Эпюры теплового давления по высоте сооружения для естественной сушки листьев табака

Назовем разность давлений ΔP между отверстием 1 и отверстием 2 предполагаемым тепловым давлением:

$$\Delta P = P_{\text{изб } 2} - P_{\text{изб } 1} = (h_2 + h_1)(\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}})g; \quad (9)$$

Избыточное тепловое давление расходуется на создание скорости воздуха в отверстиях. Следовательно, можно написать:

$$h_1 (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}})g = h_1 \Delta P g = \frac{V_1^2}{2} \rho_{\text{н}}; \quad (10)$$

$$h_2 (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}})g = h_2 \Delta P g = \frac{V_2^2}{2} \rho_{\text{н}}; \quad (11)$$

где V_1 и V_2 – скорости потоков воздуха в отверстиях 1 и 2. Преобразовав уравнения (10) и (11), получим:

$$V_1 = \sqrt{\frac{2h_1 \Delta P g}{\rho_{\text{н}}}} = \sqrt{\frac{2 P_{\text{изб } 1}}{\rho_{\text{н}}}}; \quad (12)$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{2h_2 \Delta P g}{\rho_{\text{н}}}} = \sqrt{\frac{2 P_{\text{изб } 2}}{\rho_{\text{н}}}}; \quad (13)$$

Количество воздуха, поступающего в помещение и удаляемого из него,

$$G = \mu_1 V_1 F_1 \rho_{\text{н}} = \mu_2 V_2 F_2 \rho_{\text{н}}; \quad (14)$$

или

$$G = \mu_1 F_1 \sqrt{2P_{\text{изб } 1} \rho_{\text{н}}} = \mu_2 F_2 \sqrt{2P_{\text{изб } 2} \rho_{\text{н}}}; \quad (15)$$

где F_1 и F_2 – площади отверстий 1 и 2, м²;
 μ_1 и μ_2 – коэффициенты расхода.

В задачу расчета входит определение необходимой площади сечений приточных проемов и аэрационных фонарей для создания нормируемых параметров воздуха в рабочей зоне сооружения для естественной сушки листьев табака. Исходными данными являются его конструктивные размеры, проемов фонарей, расположение листьев табака, значение тепловыделений и теплоизбытков и параметры наружного воздуха.

Расчет аэрации при отсутствии дополнительных притоков и вытяжки механической вентиляции выполняется в следующем порядке.

1. Определяется рабочая разность температур:

$$\Delta t_p = t_B - t_H ; \quad (16)$$

2. Расход воздуха, необходимого для обеспечения нормируемой температуры в рабочей зоне, определяется по уравнению:

$$G = \frac{m Q_{\text{изб.я}}}{c (t_B - t_H)} \quad (17)$$

где m - опытный коэффициент выделения теплоты в рабочую зону (рекомендации по аналитическому определению коэффициента m см. в [19]);

$Q_{\text{изб.я}}$ – избыточная явная теплота, кВт;

Коэффициент выделения теплоты в рабочую зону может быть определен по уравнению:

$$m = \frac{t_B - t_{\text{пр}}}{t_{\text{yx}} - t_{\text{пр}}} \quad (18)$$

Где t_B – температура воздуха в рабочей зоне, град;

$t_{\text{пр}}$ – температура приточного воздуха, град, при аэрации $t_{\text{пр}} = t_H$;

t_{yx} – температура уходящего воздуха, град.

Температура воздуха, удаляемого через аэрационные фонари:

$$t_{\text{yx}} = t_H + \left(\frac{Q_{\text{изб.я}}}{c G} \right) \quad (19)$$

Таким образом, доказана возможность использования энергий гравитационных сил и воздушного потока для обеспечения естественной сушки листьев табака, создаваемых путем применения существующих технологических схем устройств (вытяжные шахты, дефлекторы), используемых при аэрации зданий.

Литература

1. Тимошенко, Е.А. Оборудование для естественной сушки табака/ Е.А.Тимошенко, А.И.Петрий, Н.Н.Виневская [и др.] // Научное обеспечение производства и промышленной переработки табака: Сб. научн. трудов. – Краснодар, 2004. – Вып. 176. – С. 147-150.