

вой и подтверждает корректность зависимости (2). Отсюда же следует, что при увеличении частоты и при достаточно больших значениях комплекса  $(\nu\tau_k)$  потери теплового потока, вызываемого его периодическим пребыванием, будут минимальными.

Результаты проведенных исследований представляют интерес при проектировании и эксплуатации теплонапряженных систем с периодически контактирующими элементами.

### Библиографический список

1. Шлыков Ю.П., Ганин Е.А., Царевский С.Н. Контактное термическое сопро-

тивление. М.: Энергия, 1977. 328 с.

2. Попов В.М. Теплообмен в зоне контакта разъемных и неразъемных соединений. М.: Энергия, 1971. 214 с.

3. Меснянкин С.Ю., Викулов В.Г., Викулов Д.Г. Современный взгляд на проблемы теплового контактирования твердых тел // Успехи физических наук, 2009. Т. 179. № 9. С. 945–270.

4. Popov V.M, Karpov A.A. Chernyshov A.D. Contact heat conduction Through Periodically contacting rods // Journal of Engineering Physics and Thermo physics, 2008. V. 81. № 5. P. 1021–1032.

674.613

### ЗАГАЗОВАННОСТЬ ФОРМАЛЬДЕГИДОМ ВОЗДУХА ОТ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Е. М. Разиньков

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия»

[mtd.vrn@mail.ru](mailto:mtd.vrn@mail.ru)

При работе цеха древесно-стружечных (ДСтП) плит воздух территории вокруг цеха загрязнен вредным для человека газом – формальдегидом. Предельно-допустимая концентрация (ПДК) этого газа в воздухе рабочей зоны (в цехе) составляет  $0,5 \text{ мг/м}^3$  воздуха, а в воздухе помещения (или жилой зоны) –  $0,003 \text{ мг/м}^3$  воздуха. Однако, в действительности, при работе цеха средней мощности концентрация формальдегида в воздухе рабочей и жилой зоны вокруг цеха значительно превышает ПДК.

Кафедра МТД ФГБОУ ВПО «ВГЛТА» имеет научные разработки по технологии производства малотоксичных древесно-стружечных плит, новизна которых подтверждена патентами на изобретения. В их основе лежит использование в технологии плит химических препаратов комплексного действия для одновременного снижения выделения формальдегида до класса Е-1, придания плитам биостойкости, исключения из технологии плит вредных для человека хлорсодержащих отвердителей карбамидоформальдегидных смол.

Однако для обоснованного выбора этих препаратов, вводимого в плиту их количества, необходимо произвести соответствующие расчеты по загазованности воздуха от производства ДСтП.

В настоящей работе приведены выведенные нами расчетные формулы по определению двух параметров загазованности воздуха: уровню превышения загазованности формальдегидом воздуха рабочей зоны –  $N_{фндк}$ , раз (без вентиляции) и объем загазованного формальдегидом воздуха жилой зоны ( $V_в$ , млн м<sup>3</sup>/ч) при работе цеха средней годовой мощности ( $P_г=100$  тыс. м<sup>3</sup> плит в год).

Конечные формулы для определения указанных выше двух параметров имеют довольно сложный вид. Поэтому, для ясности представления этих формул, определение параметров начнем по этапам.

Формальдегид выделяется из ДСтП

$$P_ч = P_г / \Gamma_ф = 10^5 / 7296 = 13,71 \text{ м}^3 \text{ плит/ч} \quad (2)$$

Техническими требованиями ГОСТ 10632-2007 предусмотрен выпуск плит плотностью 560–820 кг/м<sup>3</sup>. Для мебельных плит плотность в основном составляет 700 кг/м<sup>3</sup>. В технологии используются жидкие смолы, концентрация которых ( $K_с$ ) в среднем составляет 60 %. Расход сухой смолы

$$M_{BO} = M_{ж.см.} \cdot (100 - K_с) / 100 = 133 \times (100 - 60) / 100 = 53,2 \text{ кг/м}^3 \text{ плит.} \quad (3)$$

Но влажность выгруженной из пресса плиты в среднем составляет 8 %. Из этих 8 % приходится на влажность древесных

$$M_{BC} = (M_{п} - M_{с.см.}) \times 4 / 100 = (700 - 80) \times 4 / 100 = 24,8 \text{ кг/м}^3 \text{ плиты,} \quad (4)$$

где  $M_{п}$  – масса 1 м<sup>3</sup> плиты, кг.

В конечном виде из 1 м<sup>3</sup> плит выде-

$$M_{BW} = M_{BO} - M_{BC} = 53,2 - 24,8 = 28,4 \text{ кг/м}^3 \text{ плиты} \quad (5)$$

за счет наличия в них смол. Отечественные предприятия используют в настоящее время в основном малотоксичные карбамидоформальдегидные смолы марок КФ-МТ-15 и КФ-НФП, содержание свободного формальдегида ( $C_ф$ ) в которых составляет в среднем 0,15 % от массы жидкой смолы. Весь это формальдегид (не считая высвобождаемой доли формальдегида при отверждении смолы) выходит из плит в процессе горячего прессования.

Годовой фонд ( $\Gamma_ф$ ) работы цехов ДСтП составляет 7296 часов:

$$\Gamma_ф = T_г \cdot t \cdot n, \text{ ч} = 304 \cdot 8 \cdot 3 = 7296 \text{ ч,} \quad (1)$$

где  $T_г$  – количество суток работы цеха в год (304);

$t$  – продолжительность смены (8 ч);

$n$  – количество смен в сутки (3).

Часовая производительность ( $P_ч$ ) цеха указанной выше мощности составит

на 1 м<sup>3</sup> мебельных плит плотностью 700 кг/м<sup>3</sup> в среднем составляет около 80 кг ( $M_{с.см.}$ ), а жидкой ( $M_{ж.см.}$ ) – 133 кг ( $80 \times 100 / 60 = 133$ ). Следовательно, из смолы 1 м<sup>3</sup> ДСтП испаряется 53,2 кг влаги ( $M_в$ ) в виде пара при условии влажности выгруженной из пресса плиты, равной 0 %:

частиц около 4 % ( $W$  ч). Остальные 4 % приходятся на оставшуюся влагу в отвержденной массе смолы ( $M_{BC}$ ):

лится парогазовой смеси:

Вместе с паром выделяется формальдегид из расчета:

$$M_{\phi} = M_{ж.см.} K_{\phi} / 100 = 133 \times 0,15 / 100 = 0,2 \text{ кг/м}^3 \text{ плит} \quad (6)$$

Следовательно, из 1 м<sup>3</sup> плит выделяется парогазовой смеси:

$$M_{п.г.} = M_{вв} + M_{\phi} = 28,4 + 0,2 = 28,6 \text{ кг/м}^3 \text{ плит} \quad (7)$$

в которой содержится формальдегида ( $M_{\phi\phi}$ , %):

$$M_{\phi\phi} = M_{\phi} M_{п.г.} / 100, \% = 0,2 \times 28,6 / 100 = 0,057 \% \quad (8)$$

В расчете на часовую мощность цеха эти величины составят:

$$M_{\phiз} = 0,2 \times 3,8 \times 1,8 \times 0,0175 \times 20 = 0,478 \text{ кг/запрессовку} = 478000 \text{ мг/запрессовку} \quad (11)$$

ПДК формальдегида в воздухе рабочей зоны составляет 0,5 мг/м<sup>3</sup> воздуха. Это значит, что при отсутствии вентиляции от горячего пресса одна запрессовка плит приведет (на уровне ПДК) к загазованности воздуха, объем которого составляет 956000 м<sup>3</sup>. ( $V_{ВПДК}$ ). Учитывая, что цех ДСтП средней мощности имеет объем ( $V_{вц}$ ) около 20000 м<sup>3</sup> (100х20х10, м), то загазованность воздуха в цехе превысит ПДК в 48 раз ( $N_{\phiПДК}$ ). Для отсоса вредного для человека загазованного воздуха необходима мощная приточно-вытяжная вентиляция от пресса, позволяющая за цикл прессования плит (около 8 мин) удалить из цеха 956000 м<sup>3</sup> воздуха.

Отсюда:

$$V_{ВПДК} = M_{\phiз} / ПДК_{р}, \text{ м}^3 / \text{запрессовку}, \quad (12)$$

где  $V_{ВПДК}$  – объем загазованного формальдегидом воздуха в цехе от одной запрессовки, м<sup>3</sup>/запрессовку;

$ПДК_{р}$  – уровень ПДК формальдегида

$$M_{п.г.ч} = M_{п.г.} П_{ч} = 28,6 \times 13,71 = 392,11 \text{ кг/ч} \quad (9)$$

Выделение формальдегида из 1 запрессовки ДСтП составит:

$$M_{\phiз} = M_{\phi} \times V_3 = M_{\phi} L_H B_H H_H n, \text{ кг/запрессовку}, \quad (10)$$

где  $V_3$  – объем плиты в 1 запрессовке, м<sup>3</sup>;

$L_H, B_H$  – соответственно длина и ширина необрезной плиты, м;

$H_H$  – толщина нешлифованной плиты, м;

$n$  – количество этажей пресса.

Подставляя в формулу 10 реальные значения, получим

в воздухе рабочей зоны, мг/куб. м воздуха цеха (0,5 мг/м<sup>3</sup> воздуха).

$$N_{\phiПДК} = V_{ВПДК} / V_{вц}, \text{ раз/запрессовку}, \quad (13)$$

где  $N_{\phiПДК}$  – превышение загазованности воздуха в цехе уровня ПДК, раз;

$V_{вц}$  – объем помещения цеха ДСтП, м<sup>3</sup>.

Естественная вентиляция цеха не приведет к желаемым результатам. Над вытяжным зонтом горячего пресса необходим вентилятор определенной мощности.

$$M_{\phiч} = 10^6 M_{\phi} П_{ч} = 10^6 \times 0,2 \times 13,71 = 2742 \times 10^3 \text{ мг/ч} \quad (14)$$

Следовательно, за 1 час цех ДСтП может довести на близлежащей к цеху ДСтП территории концентрацию формальдегида (до уровня ПДК=0,003 мг/м<sup>3</sup> воздуха) в воздухе объемом:

$$V_B = M_{\phiч} / ПДК_{ж} = 2742 \times 10^3 / 0,003 = 914 \times 10^6 \text{ м}^3 / \text{ч}, \quad (15)$$

где  $V_B$  – объем загазованного формальде-

гидом воздуха жилой зоны, млн м<sup>3</sup>/ч;  
*ПДК<sub>ж</sub>* – ПДК формальдегида в воздухе жилой зоны, мг/куб. м воздуха.

$$N_{\text{ФПДК}} = 10^4 M_{\text{ж.см.}} \cdot K_{\phi} L_{\text{н}} B_{\text{н}} H_{\text{н}} n / \text{ПДК}_{\text{р}} V_{\text{вц}}, \text{ раз/запрессовку.} \quad (16)$$

$$V_{\text{в}} = 10^4 M_{\text{ж.см.}} \cdot K_{\phi} \cdot \Pi_{\Gamma} / T_{\Gamma} \cdot t \cdot n \cdot \text{ПДК}_{\text{ж}}, \text{ млн м}^3/\text{ч} \quad (17)$$

Таким образом, пользуясь формулами 16 и 17 можно определить загазованность формальдегидом воздуха и наметить пути уменьшения его выбросов в воздух рабочей зоны и близлежащей к цеху дре-

В конечном виде формулы 13 и 15 будут иметь вид

весно-стружечных плит территории путем расчета и выбора соответствующей вентиляции цеха, использования в технологии плит акцепторов для связывания формальдегида.

УДК 674.613

### ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ ФАНЕРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Е. М. Разиньков

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия»

[mtd.vrn@mail.ru](mailto:mtd.vrn@mail.ru)

В фанерном производстве основным технологическим оборудованием является горячий пресс. Производственная мощность цеха, в виде сменной или годовой производительности, рассчитывается именно по участку горячего прессования.

Сменная производительность пресса при условии помещения в промежуток пресса одного листа фанеры (*П<sub>см</sub>*) определяется по формуле

$$P_{\text{см}} = T_{\text{см}} LBSnK_{\text{э}} / 10^3 T_{\text{ц}}, \text{ м}^3 / \text{смену}, \quad (1)$$

где *T<sub>см</sub>* – продолжительность смены, мин;

*L, B* – соответственно длина и ширина листа обрезной фанеры, м;

*S* – толщина листа фанеры, мм;

*n* – количество этажей (промежутков) пресса, шт.;

*K<sub>э</sub>* – коэффициент эффективности

работы пресса;

*T<sub>ц</sub>* – продолжительность цикла работы пресса, мин.

$$T_{\text{ц}} = T_{\text{в.п.}} + T_{\text{сн.д.}} + T_{\text{всп.}}, \text{ мин}, \quad (2)$$

где *T<sub>в.п.</sub>* – продолжительность выдержки фанеры в прессе, мин;

*T<sub>сн.д.</sub>* – продолжительность снятия давления по циклограмме прессования, мин;

*T<sub>всп.</sub>* – вспомогательное время при работе пресса, мин.

Величина *T<sub>в.п.</sub>* определяется технологической инструкцией на производство фанеры и для каждой марки фанеры, ее толщины, марки применяемой для склеивания шпона смолы, температуры прессования эта величина регламентирована.

Величина *T<sub>сн.д.</sub>* по данным [1] составляет 2 мин. Однако эта величина при