

УДК 674.815-41:630.8-12.7

Л.А.Шиповаленко, Ю.И.Ветошкин
(Уральский лесотехнический институт)

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОГО И ДЕФОРМАТИВНОГО СОСТОЯНИЙ ТРЕХСЛОЙНЫХ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

В действующем стандарте (ГОСТ 10632-77) предел прочности при статическом изгибе для древесно-стружечных плит дифференцирован в зависимости от их толщины. С уменьшением толщины требования к прочности на изгиб повышаются [1]. Для определения области применения и качества древесно-стружечных плит необходимо знать физико-механические показатели полученных плит непосредственно в технологическом процессе.

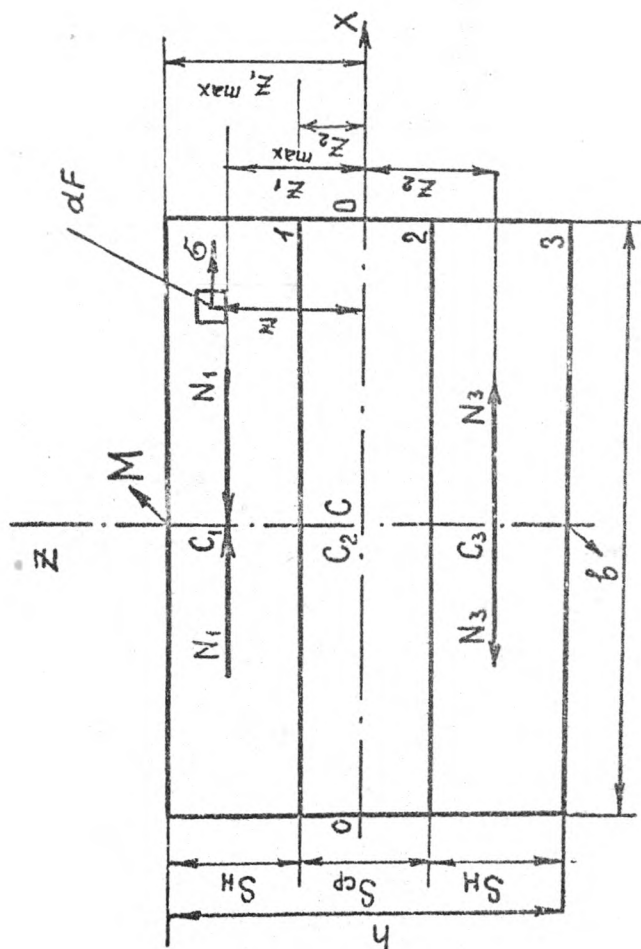
В работе рассмотрены теоретические вопросы по определению напряженного и деформативного состояний трехслойных плит при действии изгибающих моментов (рисунок).

Пусть на плиту из двух одинаковых наружных и среднего слоев действует общий момент M . Конструкция древесно-стружечных плит позволяет при расчете предположить, что слои соединены так, что обеспечивается их совместная работа. Тогда в пределах упругой деформации применима гипотеза плоских сечений. Поэтому закон распределения удлинений и укорочений по высоте линеен.

Условия равновесия двух наружных и среднего слоев плиты под действием нормальных напряжений и изгибающего момента выражаются в следующем: сумма сжимающих напряжений равна сумме растягивающих и сумма моментов внутренних сил относительно нейтральной оси равна изгибающему моменту.

Элементарная нормальная сила, действующая на площадке dF , равна:

$$dN = \sigma dF. \quad (1)$$



Расчётная схема

Электронный архив УГЛТУ

Учитывая, что слои плиты испытывают при изгибе только простое растяжение или сжатие, для распределения упругих сил по сечению можно применить закон Гука:

$$\sigma = \frac{Ez}{\rho} \quad (2)$$

Подставив (2) в выражение (1), имеем:

$$dN = \frac{Ez}{\rho} dF, \quad (3)$$

где E – модуль упругости слоев плиты,

Z – расстояние от центра площадки dF до нейтрального слоя,

ρ – радиус кривизны слоев плиты.

Окончательно нормальную силу, действующую в растянутой или сжатой зоне плиты, с учетом (3) определим по формуле:

$$N = \int_F \frac{Ez}{\rho} dF = \frac{EzF}{\rho} \quad (4)$$

Для сжатого верхнего слоя плиты, учитывая (4), имеем:

$$N_1 = \frac{E_1 Z_1 F_1}{\rho} \quad (5)$$

где $Z_1 = \frac{S_H + S_{CP}}{2}$ – расстояние от центра тяжести верхнего наружного слоя плиты до нейтрального слоя плиты,

S_H – толщина наружного слоя плиты,

S_{CP} – толщина среднего слоя плиты,

E_1 – модуль упругости верхнего наружного слоя плиты,

F_1 – площадь поперечного сечения верхнего наружного слоя плиты.

Для растянутого нижнего слоя плиты, учитывая (4), имеем:

$$N_3 = \frac{E_3 Z_3 F_3}{\rho} \quad (6)$$

Электронный архив УГЛТУ

где $Z_3 = \frac{S_H + S_{CP}}{2}$ - расстояние от центра тяжести нижнего наружного слоя плиты до нейтрального слоя плиты,

E_3 - модуль упругости нижнего наружного слоя плиты,

F_3 - площадь поперечного сечения нижнего наружного слоя плиты.

Так как верхний и нижний наружные слои сечения симметричны относительно среднего слоя, имеют одинаковые геометрические размеры, механические характеристики и силы упругости, действующие в сечении, должны на основании условия равновесия давать только момент, равный внешнему моменту, то $\sum X = 0$.

При этом силы упругости среднего слоя взаимно уравновешены.

Отсюда $N_1 - N_3 = 0$. (7)

Преобразовав (7) с учётом (5) и (6) и заметив, что $N_1 = N_3$ и радиусы кривизны одинаковы, имеем:

$$E_1 Z_1 F_1 - E_1 Z_1 F_1 = 0. \quad (8)$$

По основной формуле теории изгиба имеем [2]:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{2E_1 J_1 + 2E_2 J_2}, \quad (9)$$

где $J_1 = \frac{b S_H^3}{12} + F_1 Z_1^2$ - момент инерции сечения наружного слоя плиты относительно нейтральной оси,

$J_2 = \frac{b S_{CP}^3}{12}$ - центральный момент инерции сечения среднего слоя плиты относительно центральной оси.

Напряженное состояние наружных слоев плиты с учетом (2)

и $n = \frac{E_1}{E_2}$ определим по формуле

$$\sigma_{1,3}^{\max} = \frac{M E_1 Z_1^{\max}}{2E_1 J_1 + E_2 J_2} = \frac{M n Z_1^{\max}}{2n J_1 + J_2}, \quad (10)$$

где $Z_1^{\max} = \frac{h}{2} = S_H + \frac{S_{CP}}{2}$ - расстояние от нейтрального слоя сечения до максимально удаленных волокон наружного слоя плиты,

$2nJ_1 + J_2$ - приведенный момент инерции сечения к среднему слою, под- считывается относительно нейтрального слоя сечения,

h - толщина плиты.

Прочность всей плиты определяется по пределу прочности при статическом изгибе по формуле (1.0).

Напряженное состояние среднего слоя плиты с учетом (2) определим по формуле

$$\sigma_2^{\max} = \frac{ME_2 Z_2^{\max}}{2E_1 J_1 + E_2 J_2} = \frac{M Z_2^{\max}}{2nJ_1 + J_2}, \quad (11)$$

где $Z_2^{\max} = \frac{S_{CP}}{2}$ - расстояние от нейтрального слоя сечения до максимально удаленных волокон среднего слоя плиты.

Для случая действия сосредоточенной силы в середине пролета деформированное состояние определим по величине прогиба в середине по формуле

$$f = \frac{Pl^3}{48(2nJ_1 + J_2)E_2}, \quad (12)$$

где P - сосредоточенная сила в середине пролета,

l - расстояние между опорами.

Напряженное состояние плиты определим по формулам (1.0), (11), где значение момента определится по формуле

$$M^{\max} = \frac{Pl}{4}. \quad (13)$$

Таким образом, ус. ановлено, что напряженное и деформированное состояние слоев в трехслойной плите оценивается по выведенным формулам (1.0)...(1.3).

Электронный архив УГЛТУ

Пример. Для трехслойных древесно-стружечных плит имеем:
 $\sigma_{нп} = 7,8; 20,7$ МПа при нагрузке $P_{\max} = 3,8$ Н,
 $E_1 = 3000$ МПа, $E_2 = 1000$ МПа, $\xi = 5$ см, $n = 1,7$ см,
 $\delta = 0,7$ г/см³, $W = 7\%$, $S_H = 5$ мм, $S_{ср} = 7$ мм,
 $f_{(10)} = 0,05$ см, $n = \frac{E_1}{E_2} = 3$, $l = 24$ см.

По формуле (9) имеем:

$$J_1 = \frac{5 \cdot 0,5^3}{12} + 5 \cdot 0,5 \cdot (0,35 + 0,25)^2 = 0,952 \text{ см}^4$$

$$J_2 = \frac{5 \cdot 0,7^3}{12} = 0,143 \text{ см}^4$$

По формуле (13) имеем максимальный изгибающий момент при нагрузках соответственно 30 и 80 кг,

$$M_{(30)}^{\max} = \frac{30 \cdot 24}{4} = 180 \text{ кг} \cdot \text{см} \quad M_{(80)}^{\max} = \frac{80 \cdot 24}{4} = 480 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

По формуле (10) имеем максимальные напряжения для наружных слоев соответственно при нагрузках 30 и 80 кг:

$$\sigma_{1,3(30)}^{\max} = \frac{180 \cdot 3 \cdot \frac{1,7}{2}}{2 \cdot 3 \cdot 0,952 + 0,143} = \pm 78 \text{ кг/см}^2 = \pm 7,8 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{1,3(80)}^{\max} = \frac{480 \cdot 3 \cdot \frac{1,7}{2}}{2 \cdot 3 \cdot 0,952 + 0,143} = \pm 207 \text{ кг/см}^2 = \pm 20,7 \text{ МПа},$$

По формуле (11) имеем максимальные напряжения для внутреннего слоя соответственно при нагрузках 30 и 80 кг:

$$\sigma_{2(30)}^{\max} = \frac{180 \cdot \frac{0,7}{2}}{2 \cdot 3 \cdot 0,952 + 0,143} = \pm 11 \text{ кг/см}^2 = \pm 1,1 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{2(80)}^{\max} = \frac{480 \cdot \frac{0,7}{2}}{2 \cdot 3 \cdot 0,952 + 0,143} = \pm 29 \text{ кг/см}^2 = \pm 2,9 \text{ МПа}.$$

По формуле (12) при нагрузке 10 кг имеем:

$$f = \frac{10 \cdot 24^3}{48(2 \cdot 3 \cdot 0,952 + 0,143) 10000} = 0,049 \text{ см}.$$

Полученные данные можно сравнить с данными ГОСТ 10632-77. Если механические характеристики плит не соответствуют стандартным, необходимо воздействовать на параметры технологического процесса с целью увеличения прочности и уменьшения деформативности трехслойных древесно-стружечных плит.

Выводы

1. Данным способом можно сделать оценку напряженного и деформированного состояния трехслойных плит в технологическом потоке при их производстве.

2. Контроль напряженного состояния плит позволяет прогнозировать получение плит с заданными механическими свойствами и изменять эти свойства в процессе прессования.

Литература

1. Отлев И.А., Штейнберг Ц.Б. Справочник по древесно-стружечным плитам. М. 1983. 240 с.

2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. М. 1984. 360 с.

УДК 674.815-41

А.Г.Гороховский, М.Д.Бабина,
М.Н.Тютин, Л.П.Голубева
(Уральский лесотехнический институт)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ СТРУЖКИ С ПОРОШКОВЫМ СВЯЗУЮЩИМ

Одной из важнейших задач промышленности по выпуску строительных материалов на ХП пятилетку является дальнейшее увеличение производства конструкционных древесных материалов, в частности, древесно-стружечных плит (ДСтП) повышенной водо- и атмосферостойкости. В последние годы подобные плиты изготавливаются обычно с применением феноло-