

На графике рис. 2 представлена зависимость предела прочности при скалывании по клеевому слою фанеры от времени хранения клея и различного содержания клееобразователя – хлорной извести. Анализируя графические зависимости в пределах изучаемого времени хранения клея и содержания хлорной извести, можно констатировать, что с увеличением времени хранения клея от 1 ч до 3 суток идет нарастание предела прочности при скалывании фанеры.

Дальнейшее увеличение времени хранения клея, равно как и увеличение содержания хлорной извести, ведет к снижению предела прочности фанеры при скалывании по клеевому слою.

Необходимо сказать, что даже меньший показатель предела прочности при скалывании фанеры по клеевому слою составляет 2,45 МПа, т.е. превышает этот показатель по ГОСТ 3916-69.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Применение в качестве клееобразователя хлорной извести в приготовлении альбуминового клея является вполне необходимым и доказанным.

2. Определен оптимальный рецепт приготовления альбуминового клея с клееобразователем – хлорной известью (1:8).

3. Время хранения или выдержки альбуминового клея составляет до 3 суток.

4. Количество вводимой в клеевой раствор хлорной извести находится в пределах 3%.

5. Плотность фанеры составляет 715 кг/м^3 ; влажность – 6,75%; предел прочности при скалывании фанеры по клеевому слою – 4,32 МПа.

УДК 674.815

Ф.С.Мартинovich

СПЕЦИФИКА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ И РАСЧЕТА КОМПОНЕНТОВ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ НА ВСПЕНИВАЮЩИХСЯ СВЯЗУЮЩИХ

Принципиальная схема структурообразования древесностружечных плит на основе традиционных мочевино- или фенолформальдегидных клеев состоит в том, что частицы измельченной древесины, покрытые тонким слоем клея, в процессе прессования сближаются, в местах контакта между ними образуются клеяые соединения, объединяя таким образом древесные частицы в еди-

ную структуру плиты. Прочность плиты при прочих одинаковых условиях зависит от величины площади контакта между частицами и толщины клеевых прослоек. Площадь контакта между частицами, а следовательно, и прочность плиты возрастает с увеличением давления прессования. При этом, однако, увеличивается и ее плотность как за счет сближения частиц, так и в результате их уплотнения под действием давления.

Минимальное количество связующего для получения достаточно прочных плит должно быть таким, чтобы его хватило для равномерного покрытия тонким слоем всей поверхности древесных частиц. Если же при этом не обеспечить надлежащий контакт между частицами древесины, прочность плиты будет низкой. Другими словами: получение легких и достаточно прочных плит по приведенной схеме невозможно даже при повышенном содержании в них традиционных клеев.

Образование структуры древесной плиты со вспенивающимся связующим принципиально отлично от приведенной выше схемы. В этом случае после проклеивания древесных частиц жидким связующим, формирования и фиксации нужных размеров стружечного ковра для получения плиты заданной плотности связующее вспенивается, заполняет промежутки между частицами древесины и, затвердевая в них, прочно соединяет частицы между собой.

Ясно, что даже при отсутствии контакта между частицами древесины связь между ними обеспечивается за счет значительного увеличения объема связующего при вспенивании. Таким образом, при получении плит на вспениваемом связующем для получения надлежащей связи между частицами величина давления прессования принципиального значения не имеет. На прочность плиты, полученной по такой схеме, будут оказывать влияние форма и размеры древесных частиц, образующих структурный скелет плиты, а также плотность и прочность вспененного связующего, заполняющего этот скелет.

Минимальное количество связующего должно быть таким, чтобы во вспененном состоянии оно могло заполнить все структурные пустоты между частицами.

Применение вспенивающихся связующих открывает широкие возможности для получения легких древесных плит в большом диапазоне плотности в некоторых случаях даже беспрессовым методом.

Существующие методики расчета компонентов древесностружечных плит на традиционных связующих сводятся к определению весового количества древесных частиц, необходимого для получения плиты заданной плотности, с учетом фракционного состава

измельченной древесины и известного процентного содержания клея в плите.

Очевидно, что такой подход к расчету компонентов древесных плит на вспениваемом связующем неприемлем из-за принципиального отличия процесса структурообразования плиты.

При прогнозировании прочностных и других характеристик плит на вспениваемых связующих важно знать не только весовое соотношение древесных частиц и связующего, но и их объемное соотношение.

В связи с этим первостепенное значение при расчетах компонентов древесных плит на вспениваемых клеях приобретает пористость структурного скелета, образованного в плите древесными частицами. Зная эту характеристику, можно целенаправленно прогнозировать заданные свойства плиты, заполняя структурный скелет плиты вспененным связующим различной плотности.

Итак, масса готовой плиты заданной плотности и определенного размера складывается из массы древесных частиц определенной влажности и массы связующего, т.е.

$$G_{\text{п}} = G_{\text{др. w}} + G_{\text{с}}, \quad (1)$$

где $G_{\text{п}}$ — масса готовой плиты; $G_{\text{др. w}}$ — масса древесного вещества и связанной с ним влаги; $G_{\text{с}}$ — масса связующего.

Заменим в этом выражении массу произведением объема плиты и ее компонентов на их плотность

$$V_{\text{п}} \gamma_{\text{п}} = V_{\text{др. w}} \delta_{\text{w}} + V_{\text{с}} \gamma_{\text{с}}, \quad (2)$$

где $V_{\text{п}}$ — объем плиты; $\gamma_{\text{п}}$ — заданная плотность плиты; $V_{\text{др. w}}$ — объем древесного вещества и связанной с ним влаги; δ_{w} — плотность древесного вещества и связанной с ним влаги; $V_{\text{с}}$ — объем связующего в плите во вспененном состоянии; $\gamma_{\text{с}}$ — плотность связующего в плите во вспененном состоянии.

Разделив уравнение (2) на объем плиты $V_{\text{п}}$

$$\frac{V_{\text{п}} \gamma_{\text{п}}}{V_{\text{п}}} = \frac{V_{\text{др. w}} \delta_{\text{w}}}{V_{\text{п}}} + \frac{V_{\text{с}} \gamma_{\text{с}}}{V_{\text{п}}}, \quad (3)$$

замечаем, что отношение $\frac{V_{\text{др. w}}}{V_{\text{п}}}$ представляет собой относительное объемное содержание в плите древесного вещества при влажности w , а $\frac{V_{\text{с}}}{V_{\text{п}}}$ — относительное объемное содержание в плите вспененного связующего.

Обозначив $\frac{V_{\text{др.}w}}{V_{\text{п}}} = C_{\text{др.}w}$, а $\frac{V_{\text{с}}}{V_{\text{п}}} = C_{\text{с}}$, перепишем уравнение (2):

$$\gamma_{\text{п}} = C_{\text{др.}w} \delta_w + C_{\text{с}} \gamma_{\text{с}}. \quad (4)$$

Нетрудно увидеть, что $C_{\text{др.}w} = 1 - C_{\text{с}}$ и $C_{\text{с}}$ численно выражает собой относительную пористость структурного скелета плиты, образованного древесным веществом частиц влажностью W .

Заменив в уравнении (4) $C_{\text{др.}w} = 1 - C_{\text{с}}$, получим

$$\gamma_{\text{п}} = (1 - C_{\text{с}}) \delta_w + C_{\text{с}} \gamma_{\text{с}},$$

откуда

$$C_{\text{с}} = \frac{\delta_w - \gamma_{\text{п}}}{\delta_w - \gamma_{\text{с}}}. \quad (5)$$

Полученное выражение (5) представляет собой относительное объемное содержание вспененного связующего в готовой плите при заданных значениях плотности плиты, плотности вспененного связующего и плотности древесного вещества влажностью W .

Эта формула выражает также относительную пористость структурного скелета плиты, образованного древесными частицами, включая и пористость самих частиц.

Чтобы формулой (5) можно было пользоваться в практических расчетах, установим связь между плотностью древесного вещества δ_w при влажности W и его плотностью δ в абсолютно сухом состоянии, так как известно, что плотность древесного вещества в абсолютно сухом состоянии для всех пород древесины величина постоянная, равная 1540 кг/м^3 .

Переход в формуле (5) от δ_w к δ позволит вести расчет компонентов плиты независимо от породы древесных частиц.

Итак, объем древесного вещества $V_{\text{др.}w}$ при влажности W складывается из объема его в абсолютно сухом состоянии $V_{\text{др.}o}$ и объема связанной с ним влаги $V_{\text{в}}$, т.е.

$$V_{\text{др.}w} = V_{\text{др.}o} + V_{\text{в}}, \quad (6)$$

но

$$V_{\text{др.}w} = \frac{G_{\text{др.}w}}{\delta_w}; \quad V_{\text{др.}o} = \frac{G_{\text{др.}o}}{\delta}, \quad \text{а} \quad V_{\text{в}} = \frac{G_{\text{в}}}{d},$$

где $G_{\text{др.}w}$, $G_{\text{др.}o}$ и $G_{\text{в}}$ — соответственно масса древесного вещества при влажности W , его масса в абсолютно сухом состоянии и масса связанной с древесным веществом влаги; d — плотность воды.

Принимая плотность воды, равную единице, будем иметь

$$\frac{G_{\text{др.в}}}{\delta_w} = \frac{G_{\text{др.о}}}{\delta} + G_B \quad (7)$$

Известно, что абсолютная влажность древесины W (или древесного вещества) выражается

$$W = \frac{G_{\text{др.в}} - G_{\text{др.о}}}{G_{\text{др.о}}} = \frac{G_B}{G_{\text{др.о}}} \quad (8)$$

Заменяя в выражении (7) массу древесного вещества $G_{\text{др.о}}$ и массу связанной с ним влаги G_B их значениями из формулы (8), получим

$$\frac{G_{\text{др.о}} (1+W)}{\delta_w} = \frac{G_{\text{др.о}}}{\delta} + G_{\text{др.о}} W$$

или

$$\frac{1+W}{\delta_w} = \frac{1}{\delta} + W,$$

откуда

$$\delta_w = \frac{(1+W)\delta}{1+\delta \cdot W} \quad (9)$$

Подставляя в формулу (5) вместо δ_w его значение из формулы (9), получим окончательное выражение для относительной пористости структурного скелета плиты, образованного древесными частицами:

$$C_c = \frac{(1+W)\delta + \delta_{\text{п}} (1+\delta \cdot W)}{(1+W)\delta + \delta_c (1+\delta \cdot W)} \quad (10)$$

В приложении к готовой плите формула (10) выражает относительное объемное содержание вспененного связующего, заполняющего структурный скелет плиты.

Расчет компонентов древесной плиты при пользовании формулой (10) сводится к следующему.

Для заданной плотности плиты $\gamma_{\text{п}}$ при известной влажности древесных частиц W и желательной плотности в плите вспененного связующего γ_c по формуле (10) определяется пористость структурного скелета плиты C_c , которая численно равна относительному объемному содержанию в плите вспененного связующего.

Тогда масса связующего G_c для получения плиты заданной плотности определится

$$G_c = V_{\text{п}} C_c \gamma_c,$$

где $V_{\text{п}}$ - объем плиты; γ_c - плотность связующего во вспененном состоянии, а масса древесных частиц $G_{\text{др. w}}$ при заданной влажности W будет

$$G_{\text{др. w}} = V_{\text{п}} (1 - C_c) \delta_w,$$

где δ_w - плотность древесного вещества при влажности W , определяемая по формуле (9).

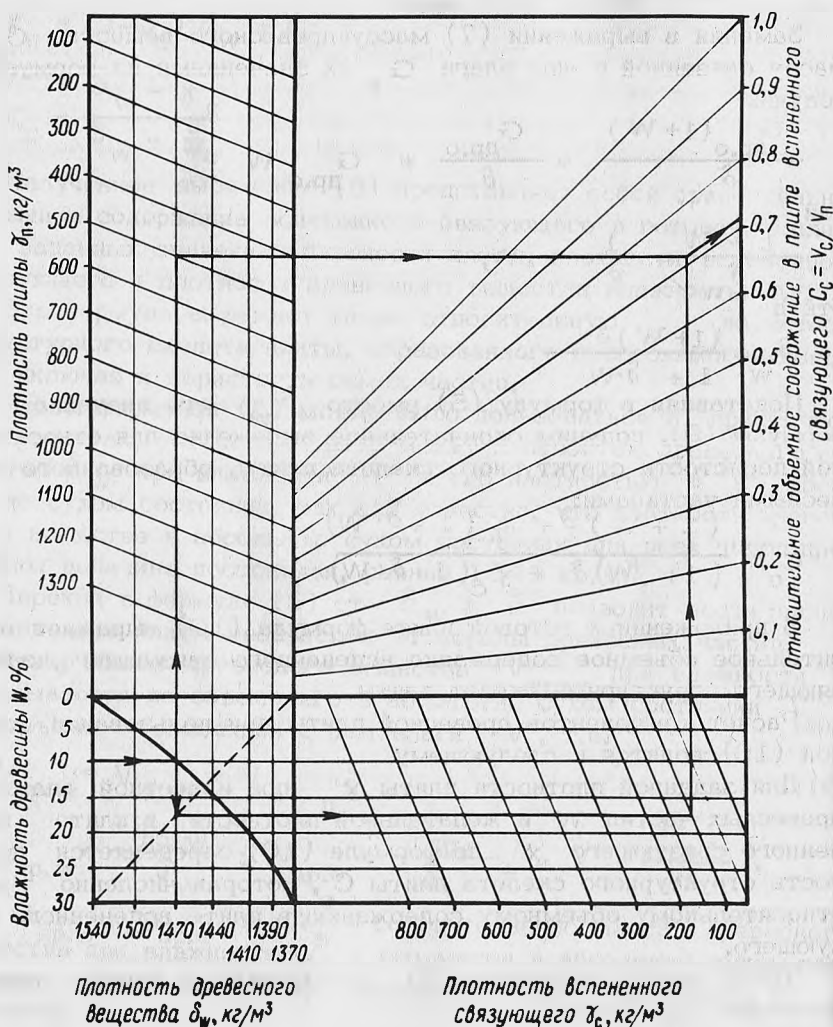


Рис. 1. Номограмма для расчета компонентов плиты.

Для облегчения и упрощения расчета компонентов плиты на вспениваемом связующем по формуле (10) построена номограмма, приведенная на рис. 1.

Порядок пользования номограммой следующий. Пусть, например, необходимо произвести расчет компонентов для получения древесной плиты плотностью $\gamma_{\text{п}} = 500 \text{ кг/м}^3$ на основе древесных частиц, имеющих влажность $W = 10\%$, и пенополиуретана в качестве связующего плотностью во вспененном состоянии $\gamma_{\text{с}} = 100 \text{ кг/м}^3$.

По номограмме находим $C = 0,71$; $\delta_{\text{с}} = 1470 \text{ кг/м}^3$. Тогда масса пенополиуретана для получения 1 м^3 плиты будет

$$G_{\text{с}} = V_{\text{п}} C \gamma_{\text{с}} = 1 \cdot 0,71 \cdot 100 = 71 \text{ кг.}$$

Масса древесных частиц при влажности $W = 10\%$

$$G_{\text{др.}W} = V_{\text{п}} (1 - C) \delta_{\text{в}} = 1 \cdot 0,29 \cdot 1470 = 426 \text{ кг.}$$

Следовательно, расчетная масса 1 м^3 плиты

$$G_{\text{п}} = G_{\text{с}} + G_{\text{др.}W} = 71 + 426 = 497 \text{ кг,}$$

т.е. расчетная масса 1 м^3 плиты от заданной отличается на величину

$$\Delta = \frac{500 - 497}{500} \cdot 100 = 0,6\%,$$

что характеризует надежность расчетов по номограмме.

В заключение необходимо отметить, что приведенные математические зависимости получены в предположении, что вспенивающийся клей заполняет все пустоты структурного скелета плиты, включая и поры в частицах древесины, свободные от связанной влаги.

Вполне возможно, что в действительности поры в частицах древесины заполняются связующим (клеем) лишь частично, либо связующее в зависимости от его природы в них вообще не проникает.

Полученными формулами (5), (9) и (10), однако, можно пользоваться и в случае, когда вспененное связующее заполняет лишь структурные пустоты древесины между ее частицами, если заменить в них $\delta_{\text{в}}$ плотностью натуральной древесины данной породы при влажности W , а δ - плотностью натуральной древесины той же породы в абсолютно сухом состоянии.