

древесиноразведения, Минск, 1971. [119] Ю. И. Холькин, М. Э. Эрдман, А. И. Соломаха, Дървообр. и мебелна пром. (НРБ), 1971, 14, № 4. [120] K. N. Rao, C. Gopinathan, P. N. Moorthy, M. N. Rao. Vijaykumar. Covt. Indian Atomic Energy Commiss., 1968, N 331. [121] G. A. Bernier, D. E. Kline. Forest Prod. J., 1968, 18, N 4. [122] C. E. Bliss, L. T. Fan, N. D. Eckhoff. Trans. Camb Acad. Sci., 1969, 71. [123] Г. М. Шутов. Сб.: Общая и прикладная химия, в. 2, Минск, 1970. [124] В. А. Берколке, Я. А. Долацис, Э. Л. Раявее. Сб.: Облагораживание древесины, Рига, 1971. [125] Ю. А. Золднерс, Я. А. Суриа, Р. Э. Озолинш. Сб.: Облагораживание древесины. Рига, 1971. [126] А. Я. Голдштейн, Э. Л. Раявее, Я. А. Долацис. Сб.: Облагораживание древесины. Рига, 1971. [127] В. М. Хрулев, Г. М. Шутов, Е. Г. Мельников. Склеивание модифицированной древесины и перспективы ее применения. Минск, 1971. [128] Г. С. Михайлов, Н. Я. Солечник. Мат-лы науч.-техн. конф. Лесотехн. акад. им. С. М. Карова, в. 4, Л., 1966. [129] R. A. Laidlaw, L. C. Phipson, G. A. Smith. Holzforschung, 1967, 21, N. 4. [130] T. Furuja. Wood Ind., 1967, 22, N 8. [131] D. J. Bridgeford. Tappi, 1963, 46, N 11. [132] D. V. Mutton. Tappi, 1963, 46, N 11. [133] Ю. И. Холькин, Л. П. Степовая, М. Д. Мочалина, Т. П. Вараксина, А. К. Потапович. Сб.: Химия древесины, в. 8, Рига, 1971. [134] М. Э. Эрдман, Ю. И. Холькин. Тезисы докл. на Всесоюзн. конф. по соврем. проблемам древесиноведения, Минск, 1971. [135] Ю. И. Холькин, М. Э. Эрдман, А. И. Соломаха. Дървообр. и мебелна пром. (НРБ), 1971, 14, № 4. [136] Ю. И. Холькин, Г. С. Гридюшко. Сб.: Химия древесины, в. 10, Рига, 1971. [137] Ю. И. Холькин. Тезисы докл. на 5-й Всесоюзн. конф. по химии лигнина, Рига, 1971. [138] Ю. М. Иванов. Сб.: Пластификация и модификация древесины. Рига, 1970. [139] W. E. Mott, G. J. Rotaria. Impregn. Fibr. Materials, Vienna, 1968. [140] P. O. Kinell, P. Aagaard. Impregn. Fibr. Materials, Vienne, 1968. [141] В. Е. Вихров, Изв. ВУЗов, Лесной ж., 1968, № 6. [142] В. Л. Карпов, Ю. М. Иванов, Г. В. Ширяева, А. С. Фрейдин, В. П. Маркарьянц, В. П. Зайвий, В. И. Глухов Сб.: Химия древесины, в. 10, Рига, 1971.

**Вихров В. Е.**, Карпович С. И.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РАЗМЕЩЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ И СИНТЕТИЧЕСКОГО ПОЛИМЕРА В ДРЕВЕСИНЕ.

Модификация древесины связана с заполнением полостей клеток и клеточных стенок синтетическими смолами. Смолы по отношению к древесине можно разделить на две группы: вызывающие в процессе пропитки разбухание древесины и практически не изменяющие объема древесины. Различное поведение древесины при пропитке жидкостями объясняется характером их размещения в ней.

Рассмотрим наиболее сложный случай, когда синтетическая

смола в процессе пропитки древесины вызывает ее разбухание, смола обладает способностью заполнять не только полости клеток, но и проникает в клеточные стенки. Максимальное количество смолы в древесине будет складываться из смолы, находящейся в полостях клеток и в клеточных стенках.

По своему строению клеточную стенку нельзя рассматривать как монолитное вещество. В ней расположены субмикроскопические пространства, сумма которых определяет пористость клеточной стенки. При пропитке эти пространства могут заполняться жидкостью, однако объем поглощенной клеточной стенкой жидкости не соответствует начальной пористости стенки, так как разбухание жидкости связано с явлением разбухания. Нами установлено, что при разбухании древесины происходит некоторое увеличение сечений полостей сосудов, а сечения полостей клеточных стенок практически не меняются. Увеличение объема древесины в основном происходит за счет роста объема клеточных стенок. Можно предположить, что увеличение объема клеточной стенки связано с увеличением ее поглощающей способности. Тогда максимальная поглощающая способность клеточной стенки будет складываться из ее начальной пористости и приращения объема в процессе пропитки. Исходя из этого, поглощающую способность клеточной стенки можно записать:

$$P_k = V_n + V_k \cdot K_p; \quad (1)$$

- где  $P_k$  — поглощающая способность клеточной стенки;  
 $V_n$  — объем субмикроскопических щелевых пространств в клеточной стенке до разбухания;  
 $V_k \cdot K_p$  — приращение объема клеточной стенки за счет разбухания ( $V_k$  — ее объем до разбухания, а  $K_p$  — коэффициент разбухания).

Размеры клеток, для упрощения последующих расчетов, можно охарактеризовать средним наружным ( $D$ ) и внутренним ( $d$ ) диаметрами клетки. Тогда объем клеточной стенки на единицу длины можно записать:

$$V_k = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2). \quad (2)$$

Объем пор в клеточной стенке можно выразить через ее объем и коэффициент пористости:

$$V_n = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot K_n \quad (3)$$

где  $K_n$  — коэффициент пористости клеточной стенки.

Подставив в уравнение (1) значения  $V_k$  и  $V_n$  запишем:

$$P_k = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot (K_n + K_p). \quad (4)$$

Таким образом, поглощающая способность клеточной стенки зависит от ее начального объема, коэффициентов разбухания и пористости.

При полном насыщении древесины синтетической смолой образуются заполненными не только клеточные стенки, но и

полости клеток. Количество смолы, размещающейся в полости клетки, будет равным:

$$V_{\text{пк}} = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (5)$$

где  $V_{\text{пк}}$  — объем полости клетки.

Максимальная поглощающая способность древесины с учетом уравнений (4) и (5) может быть записана:

$$P_d = P_k + V_{\text{пк}} = \frac{\pi}{4} [(D^2 - d^2) \cdot (K_n + K_p) + d^2]. \quad (6)$$

Это уравнение позволяет оценить конечный результат максимального насыщения древесины жидкостью, когда насыщение древесины длилось продолжительное время и жидкость не только заполнила полости клеток, но и разместилась в клеточных стенках.

Капиллярное проникновение синтетических смол и других жидкостей в древесину (если они вызывают ее разбухание) происходит одновременно и в полости клеток и в клеточные стенки. Однако скорости проникновения жидкостей в полости клеток и клеточные стенки значительно отличаются друг от друга. Это подтверждается протекающим довольно значительное время процессом разбухания древесины уже после заполнения полостей клеток пропитывающей жидкостью, что свидетельствует о продолжающемся перемещении ее из полостей клеток в клеточные стенки.

При пропитке под давлением небольших образцов древесины пропитывающая жидкость практически мгновенно заполняет полости клеток, а затем из них постепенно перемещается в клеточную стенку. Это дает основание предположить с некоторой погрешностью, что при ограниченной по времени пропитке под давлением эти процессы протекают раздельно.

Сначала жидкостью в пропиточном цилиндре заполняются только полости клеток, а ее перемещение в клеточные стенки представляет собой последующие явление, происходящее в основном после снятия давления и выгрузки древесины из пропитывающего раствора. В результате полости клеток будут освобождаться от раствора. Перераспределение раствора в древесине не будет происходить до тех пор, пока не исчерпается поглощающая способность клеточных стенок. В том случае, если поглощающая способность клеточных стенок равна или больше объема жидкости, находящейся в полостях клеток, полости клеток окажутся свободными от пропитывающего раствора при условии:

$$P_k \geq V_{\text{пк}}. \quad (7)$$

Подставив в неравенство (7) значения  $P_k$  и  $V_{\text{пк}}$  после некоторых преобразований получим:

$$\frac{d^2}{(D^2 - d^2) (K_n + K_p)} \leq 1, \quad (8)$$

При ограниченном времени нахождения образцов под пропиткой, когда синтетическая смола успела проникнуть только

полости клеток, последние окажутся со временем свободными от смолы в том случае, если будет соблюдено условие неравенства (8).

Неравенству (8) можно придать вид:

$$\frac{d^2}{D^2 - d^2} > K_n + K_p. \quad (9)$$

Анализируя это неравенство для условий, когда толщина клеточной стенки  $t = \text{Const}$ , а изменяются только диаметры клеток  $D$ , приходим к выводу, что чем меньше диаметр полостей клеток  $d$ , тем больше усугубляется неравенство. Это значит, что полости клеток с меньшим внутренним диаметром имеют большую возможность оказаться свободными от синтетической смолы за счет перераспределения ее в клеточные стенки.

Интересно решить вопрос, при каком соотношении наружного и внутреннего диаметров полости клеток окажутся свободными от пропитывающей жидкости.

После несложных преобразований неравенство (8) можно привести к виду:

$$\frac{D}{d} > \sqrt{\frac{1 + K_n + K_p}{K_n + K_p}}. \quad (10)$$

Решение этого неравенства позволяет найти соотношение диаметров клетки, при котором полости этих клеток окажутся заполненными жидкостью. Для древесины с одинаковыми коэффициентами  $K_n$  и  $K_p$  отношение  $\frac{D}{d}$  есть величина постоянная. С ростом значений  $K_n$  и  $K_p$  отношение  $\frac{D}{d}$  уменьшается.

Выразив наружный диаметр клетки через диаметр полости  $d$  и толщину клеточной стенки  $t$ , неравенству (9) можно придать вид:

$$d \left( \sqrt{\frac{1 + K_n + K_p}{K_n + K_p}} - 1 \right) > \frac{t}{2}. \quad (11)$$

Из неравенства (11) видно, что чем толще клеточные стенки, тем больше вероятность, что из полостей таких клеток синтетическая смола перейдет в клеточные стенки. С увеличением толщины клеточной стенки клетки со все большими полостями будут оказываться свободными от пропитывающего раствора. Наши расчеты хорошо подтверждаются микрофотографиями торчатых срезов древесины, модифицированной фенолоспиртами. Суды, имеющие тонкие стенки и большие полости, оказываются заполненными смолой, а толстостенные клетки с небольшими полостями остаются свободными от нее.

Таким образом, соотношение между объемами полостей и объемом клеточных стенок определяет характер размещения жидкости в древесине.

Мы рассматривали случай неполной пропитки древесины, когда пропитывающая жидкость заполнила только полости кле-

ток и в дальнейшем перемещалось из полостей клеток в клеточные стенки. В реальных же условиях происходит одновременное насыщение жидкостью и полостей клеток и клеточных стенок, но эти процессы протекают с разными скоростями.

Интенсивность насыщения полостей клеток и клеточных стенок зависит от их способности проводить жидкость. Эту способность можно выразить коэффициентами скорости насыщения полостей клеток и клеточной стенки пропитывающей жидкостью. При пропитке древесины водой коэффициенты скорости насыщения полостей клеток и клеточной стенки будут характеризовать водо- и влагопоглощение древесины.

Размерность этих коэффициентов представляет собой количество жидкости, проходящей через единицу поверхности полости клетки или клеточной стенки в единицу времени. На интенсивность насыщения полостей клеток древесины влияют их размер, сообщаемость между собой, свойства жидкости, условия пропитки (применение давления, вакуума).

По-видимому, для коэффициента скорости насыщения клеточных стенок режим пропитки не будет иметь существенного значения. Силы, всасывающие жидкость в клеточную стенку, по своей величине значительно превосходят то избыточное давление, которое мы создаем при пропитке древесины.

Объем жидкости, поглощенной клеточной стенкой, можно выразить через коэффициент скорости насыщения и время:

$$W_{\text{кс}} = K_{\text{кс}} \cdot \tau, \quad (12)$$

где  $K_{\text{кс}}$  — коэффициент скорости насыщения клеточной стенки;  $\tau$  — время насыщения.

Если время  $\tau$  достаточно для максимального насыщения клеточной стенки, то уравнение (12) и (14) можно приравнять:

$$K_{\text{кс}} \cdot \tau = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) (K_{\text{п}} + K_{\text{р}}). \quad (13)$$

Из этого уравнения определим время, необходимое для максимального насыщения клеточной стенки:

$$\tau = \frac{\pi}{4 K_{\text{кс}}} (D^2 - d^2) (K_{\text{п}} + K_{\text{р}}). \quad (14)$$

Объем жидкости, заполнившей полости клетки, можно выразить через коэффициент скорости насыщения и время:

$$W_{\text{пк}} = K_{\text{пк}} \cdot \tau. \quad (15)$$

При максимальном заполнении полости клетки объем жидкости, определенный по уравнению (15), будет равен объему полости клетки согласно уравнению (5).

$$K_{\text{пк}} \cdot \tau = \frac{\pi d^2}{4}. \quad (16)$$

Отсюда, время, затраченное на заполнение полости клетки будет равняться:

$$\tau = \frac{\pi d^2}{4 \cdot K_{\text{пк}}}. \quad (17)$$

За время  $\tau$  через сечение полости клетки пройдет собственно только объем жидкости, равный объему полости клетки. В то же

ми, если предположить, что жидкость сначала заполняет полости клеток, а затем перемещается в клеточные стенки, то течение полостей клеток пройдет весь объем жидкости, находящийся в полостях клеток и в клеточных стенках. Поскольку скорости проникновения жидкости в полости клеток и клеточные стенки различны, то прохождение жидкости через полости клеток можно разбить на два этапа.

На первом этапе — проникновение жидкости в полости клеток характеризуется коэффициентом скорости их насыщения. Этот промежуток времени будет длиться от начала до полного заполнения полостей клеток.

Но по мере смачивания жидкостью стенок клеток пропитывающий раствор будет перемещаться в клеточные стенки. На втором этапе скорость проникновения жидкости в полости клеток зависит от быстроты ее поглощения клеточными стенками, т. е. от коэффициента скорости насыщения клеточных стенок.

Так как скорость проникновения жидкости в полости клеток много опережает скорость ее проникновения в клеточные стенки, то, если за время  $\tau$  произошло полное насыщение жидкостью клеточных стенок, полости клеток тем более окажутся заполненными. На основе этого, время, необходимое для полного насыщения древесины жидкостью, будет определяться скоростью насыщения клеточных стенок, и его можно определить из уравнения (14).

В частном случае, если для насыщения полостей клеток и клеточных стенок необходимо одно и то же время, то зависимость (14) и (17) можно приравнять:

$$\frac{\pi}{4 K_{\text{кс}}} (D^2 - d^2) \cdot (K_{\text{п}} + K_{\text{р}}) = \frac{\pi d^2}{4 K_{\text{пк}}} \quad (18)$$

образовав, получим:

$$\frac{K_{\text{пк}}}{K_{\text{кс}}} = \frac{d^2}{(D^2 - d^2) (K_{\text{п}} + K_{\text{р}})} \quad (19)$$

Анализ этого уравнения показывает, что за рассмотренный промежуток времени  $\tau$  произойдет полное насыщение древесины жидкостью только при определенном соотношении коэффициентов скоростей насыщения полостей клеток и клеточных стенок.

Мы проанализировали некоторые процессы, происходящие при максимальном насыщении древесины жидкостями. На практике в большинстве случаев осуществляют неполную пропитку древесины.

Определим коэффициент качества заполнения полостей клеток для случая, когда жидкость только частично заполнила полости клеток и клеточные стенки.

За время  $\tau$  в клеточные стенки проникло количество жидкости, определенное по уравнению (12), а в полости клеток, — определенное по уравнению (15). Часть жидкости из полостей клеток может перераспределиться в клеточные стенки, так как последние не были заполнены до предела. Объем этой жидкости будет равняться разности между максимальной поглощаю-

щей способностью клеточных стенок древесины (4) и объемом жидкости, проникшей в клеточные стенки за время  $\tau$ , уравнение (12):

$$V_1 = P_k - W_{kc} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot (K_n + K_p) - K_{kc} \tau. \quad (20)$$

Объем жидкости  $V_2$ , оставшейся в полостях клеток после такого перемещения, уменьшится на объем  $V_1$  и будет равняться:

$$V_2 = K_{пк} \cdot \tau - V_1 = K_{пк} \cdot \tau - \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot (K_n + K_p) + K_{kc} \cdot \tau. \quad (21)$$

Отношение оставшегося в полостях клеток объема жидкости (21) к объему полостей клеток (5) дает возможность определить коэффициент их заполнения.

$$K = \frac{4 [K_{пк} \cdot \tau - \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot (K_n + K_p) + K_{kc} \cdot \tau]}{\pi d^2}. \quad (22)$$

Рассматривая частный случай, когда жидкостью частично заполнены клеточные стенки, а полости клеток оказались полностью насыщенными, уравнение (22) приводится к виду:

$$K = 1 - \left( \frac{D^2}{d^2} - 1 \right) \cdot (K_n + K_p) + \frac{4 K_{kc} \cdot \tau}{\pi d^2}. \quad (23)$$

При достаточном времени пропитки, когда полностью заполнятся клеточные стенки и полости клеток, коэффициент качества заполнения полостей клеток  $K$  будет равен 1. Используя это условие, можно определить время, необходимое для полной пропитки древесины. Из уравнения (23) после преобразований определим необходимое время:

$$\tau = \frac{\pi (D^2 - d^2) \cdot (K_n + K_p)}{4 K_{kc}}. \quad (24)$$

Это уравнение подтверждает ранее сделанное предположение о том, что скорость насыщения клеточной стенки предопределяет время, необходимое для полной пропитки древесины (14).

До сих пор при выводе уравнений мы исходили из условия, что пропитывающая жидкость обладает одинаковой проникающей способностью при заполнении как полостей клеток, так и клеточных стенок. При неполной пропитке древесины такая жидкость может перемещаться из полостей клеток в клеточные стенки до их полного насыщения.

Реальные жидкости при пропитке ими древесины будут вести себя иначе по двум причинам.

Во-первых, поверхностные силы будут удерживать тонкий слой жидкости на стенках клеток, тем самым несколько уменьшая объем полостей клеток.

Во-вторых, жидкость, в том числе и синтетические смолы могут быть неоднородными, т. е. состоять из фракций, обладающих различной способностью проникать в клеточные стенки. В результате этого на поверхности клеточных стенок может происходить фильтрация жидкости. Тонкая фракция (назовем так ту часть пропитывающей жидкости, которая обладает способностью проникать в клеточные стенки) будет из полостей клеток пере-

переходить в клеточные стенки, тем самым обогащая грубой фракцией оставшуюся в полостях клеток жидкость.

Таким образом, происходит изменение начального состава пропитывающей жидкости. По-видимому, это явление должно оказывать влияние на физико-механические свойства модифицированной древесины.

Нарушение начальной концентрации пропитывающей жидкости, ее состава может происходить не только в полостях клеток, но и на границе поверхность древесины — пропитывающая среда.

Рассмотрим случай фильтрации жидкости в полостях клеток древесины.

Пусть жидкостью, в которой содержатся две фракции, полностью заполнены только полости клеток. Количество тонкой фракции в жидкости характеризуется отношением  $n$ . Эта фракция обладает способностью перемещаться из полостей клеток в клеточные стенки. Ее объем в полостях клеток с учетом максимальной поглощающей способности клеток, будет равняться:

$$V_r = \frac{\pi d^2 \cdot n}{4}. \quad (25)$$

А в полостях клеток, после перемещения тонкой фракции в клеточные стенки останется жидкость объемом:

$$\frac{\pi d^2}{4} - \frac{\pi d^2 \cdot n}{4} = \frac{\pi d^2}{4} (1 - n). \quad (26)$$

Отношение этого объема к объему полостей клетки дает возможность определить качество их заполнения:

$$K = \frac{\frac{\pi d^2}{4} (1 - n)}{\frac{\pi d^2}{4}} = 1 - n. \quad (27)$$

В прямой зависимости от содержания в пропитывающей жидкости грубой фракции находится объем пустот, оставшихся в полостях клеток. Эта фракция, размещаясь на стенках клеток, имеет тенденцию уменьшать диаметр полостей до значения  $d_1$ . Исходя из размеров  $d_1$ , объем полостей клеток уменьшится на величину

$$\frac{\pi d^2}{4} - \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_1^2). \quad (28)$$

Приравняв этот объем к объему оставшейся в полостях клеток жидкости (26), определим  $d_1$ .

$$d_1 = d \sqrt{n}. \quad (29)$$

Принимая во внимание, что  $d_1 = d - 2t$ , можем найти толщину слоя смачивающей жидкости на клеточной стенке:

$$t = \frac{d}{2} \cdot (1 - \sqrt{n}). \quad (30)$$

Жидкость, состоящая из двух фракций, полностью заполняет клеточную стенку при определенном содержании в ней тонкой фракции. Определим для этого случая содержание в жидкости

тонкой фракции  $n$ . В полостях клеток ее будет содержаться  $V$  согласно уравнения (25).

Для того чтобы клеточные стенки полностью заполнились тонкой фракцией, ее объем должен быть больше или равным поглощающей способности клеточных стенок (28). На основании этого запишем:

$$\frac{\pi d^2}{4} \cdot n \geq \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) (K_n + K_p). \quad (31)$$

Отсюда:

$$n \geq \frac{(D^2 - d^2) (K_n + K_p)}{d^2}. \quad (32)$$

При таком содержании тонкой фракции в жидкости, находящейся в полостях клеток, клеточные стенки окажутся максимально насыщенными.

После пропитки древесины синтетическими смолами ее подвергают термообработке с целью отверждения смолы. При этом может происходить как изменение объема модифицирующего агента, так и его перемещение в древесине, например, из полостей клеток в клеточные стенки.

Когда в процессе термообработки объем полимера остается равным объему поглощенной синтетической смолы, то и количество пор в модифицированной древесине не изменяется. Чаще же объем полимера меньше объема синтетической смолы, находящейся в древесине. При полимеризации объем смолы в древесине непрерывно будет уменьшаться до полного удаления растворителя, а ее концентрация возрастать.

Если схематически предположить, что растворитель при полимеризации в первую очередь удаляется из смолы, содержащейся в полостях клеток, то ее концентрация в них становится несколько большей по сравнению с концентрацией смолы в клеточных стенках. После чего происходит выравнивание концентрации смолы в этих двух зонах. Растворитель из смолы, содержащейся в клеточных стенках, переходит в смолу, находящуюся в полостях клеток, а его место занимает смола большей концентрации из полостей клеток.

Согласно принятой схеме перераспределения концентрации смолы в древесине получается, что до тех пор, пока в процессе полимеризации все клеточные стенки не заполнены полимером, он не будет накапливаться в полостях клеток.

Рассчитаем при какой концентрации смолы полости клеток пропитанной древесины после полимеризации останутся свободными от полимера. В нашем случае удобно концентрацию смолы выразить через коэффициент объемной усадки:

$$K_V = \frac{V_c - V_{оп}}{V_c}, \quad (33)$$

где  $K_V$  — коэффициент объемной усадки смолы;

$V_{оп}$  — объем полимера;

$V_c$  — объем смолы.

Пусть смолой концентрации  $K_V$  частично заполнены кле

ные стенки и полости клеток. За время  $\tau$ , по уравнению (12), в клеточной стенке будет находиться объем смолы  $K_{\text{кс}} \cdot \tau$ , а в полости клетки, согласно уравнению (15), —  $K_{\text{пк}} \cdot \tau$ .

Следовательно, объем смолы в древесине будет равняться:

$$V_c = K_{\text{кс}} \cdot \tau + K_{\text{пк}} \cdot \tau. \quad (34)$$

После полимеризации объем полимера в древесине с учетом коэффициента объемной усадки смолы станет несколько меньшим:

$$V_{\text{он}} = V_c (1 - K_V) = \tau (K_{\text{кс}} + K_{\text{пк}}) \cdot (1 - K_V). \quad (35)$$

Этот полимер разместится в клеточных стенках в том случае, если его объем не превышает поглощающей способности стенок. На этом основании можно записать равенство:

$$\tau (K_{\text{кс}} + K_{\text{пк}}) (1 - K_V) = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) (K_{\text{п}} + K_{\text{р}}). \quad (36)$$

После преобразований уравнение приводится к виду:

$$K_V = 1 - \frac{\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot (K_{\text{п}} + K_{\text{р}})}{\tau (K_{\text{кс}} + K_{\text{пк}})}. \quad (37)$$

Решение уравнения (37) позволяет определить при каком коэффициенте объемной усадки смолы полости клеток окажутся свободными от полимера при частичной пропитке древесины синтетической смолой.

Если же при пропитке было достигнуто полное насыщение древесины синтетической смолой, то естественно предположить, то для заполнения полимером клеточных стенок потребуется более меньшей концентрации, т. е. смола с большим коэффициентом объемной усадки.

Значение коэффициента объемной усадки смолы для данного случая  $K_{V1}$  можно найти из общего уравнения (37). Для этого уравнение (37) вместо  $K_{\text{кс}} \cdot \tau$  и  $K_{\text{пк}} \cdot \tau$  подставим соответственно максимальную поглощающую способность клеточной стенки (4) и полости клетки (5). После такой подстановки и соответствующих преобразований уравнение (37) примет вид:

$$K_{V1} = 1 - \left[ 1 + \frac{d^2}{(D^2 - d^2) (K_{\text{п}} + K_{\text{р}})} \right]^{-1}. \quad (38)$$

Из соотношения уравнений (37) и (38) можно найти отношение коэффициентов объемной усадки смолы для условий размещения полимера только в клеточных стенках в зависимости от доли пропитки древесины синтетической смолой.

$$\frac{K_V}{K_{V1}} = \frac{1 - \frac{\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) (K_{\text{п}} + K_{\text{р}})}{\tau (K_{\text{кс}} + K_{\text{пк}})}}{1 - \left[ 1 + \frac{d^2}{(D^2 - d^2) \cdot (K_{\text{п}} + K_{\text{р}})} \right]^{-1}}. \quad (39)$$

Таким образом, мы рассмотрели некоторые физические процессы, происходящие в древесине при пропитке ее синтетически-

ми смолами и последующей полимеризации. Предложенные уравнения позволяют исследовать влияние ряда факторов на процессы размещения смол и полимера в древесине.

**Вихров В. Е.**, Моисеев А. В., Карпович С. И., Вихров Ю. В.

### РАСЧЕТ СТЕПЕНИ ПРЕССОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ, ПРОПИТАННОЙ РАЗЛИЧНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ.

Для улучшения свойств прессованной древесины и достижения оптимальных технологических параметров обработки древесины перед прессованием подвергают пропитке различными веществами. Например, для повышения водо- и влагостойкости прессованной древесины в нее перед прессованием вводят синтетические смолы, для уменьшения усилия прессования древесину обрабатывают водными растворами аммиака. Но даже в таких случаях, когда древесину перед прессованием специально пропитывают, в ней все же содержится некоторое количество ды.

Несомненно, что степень прессования зависит от количества находящегося в древесине вещества и ее пористости. Несоблюдение соотношения между количеством жидких веществ в древесине и степенью ее прессования приведет или к сохранению в ней большого количества пор, или к выдавливанию части жидкости из древесины, что вызовет увеличение усилия прессования, появление трещин и ухудшит качество материала.

Нами произведен расчет возможной степени прессования древесины в зависимости от ее пористости, содержания в ней жидких веществ и характера их размещения.

Степень прессования древесины оценивают отношением сформированного объема или линейного размера к начальному объему или размеру в процентах:

$$\epsilon = \frac{V_0 - V_{\text{пр}}}{V_0} \cdot 100\%,$$

где  $\epsilon$  — степень прессования, %;

$V_0$  — объем или линейный размер заготовки,  $\text{см}^3$  или  $\text{см}$ ;

$V_{\text{пр}}$  — объем или линейный размер заготовки после прессования,  $\text{см}^3$  или  $\text{см}$ .