

Анализируя полученные данные, можно сказать, что стенки клеток в тангенциальном и радиальном направлениях разбухают одинаково. Полимер, в основном, размещается во вторичной оболочке, так как в поляризованном свете свечение оболочки при разбухании ее и поликонденсации отличается от свечения натуральной древесины.

По нашим данным, для березы тангенциальное разбухание стенок клеток, пропитанных фенолоспиртами, больше радиального на 1%, а для поздних трахеид заболони сосны — на 1,7%. Такое расхождение получилось из-за погрешности в измерениях и полученных теней на микрофотографиях за счет толщины микроскопических срезов.

Остаточное набухание после поликонденсации фенолоспиртов для стенок клеток волокон древесины березы в тангенциальном направлении составило 9,3%, а в радиальном — 8,67%. Для поздних трахеид заболони сосны оно составило соответственно 28,12% и 25,7%. Это говорит о том, что как в тангенциальном, так и в радиальном направлении остаточное набухание одинаково только для толщины клеточных стенок.

При пропитке дистиллированной водой поздних трахеид заболони сосны видна слоистость вторичной оболочки, а при пропитке 50%-ными фенолоспиртами она очень четко выделяется. Более заметна, чем при пропитке водой. Пропитка микросредой смолой более четко и более ярко выявляет особенности микроскопического строения древесины. Смола, проникая в клеточные стенки, изменяет угол преломления света, что проявляет многие структурные особенности строения оболочек. Дальнейшие исследования разбухания анатомических элементов древесины и размещения полимеров позволяет накопить более обширный материал.

**Н. П. Синюков**

### **ПРОНИКНОВЕНИЕ И РАЗМЕЩЕНИЕ ПОЛИМЕРА В ДРЕВЕСИНЕ СОСНЫ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНЫМИ СМОЛАМИ**

Модифицированная древесина — сложный комплекс, состоящий из древесины и полимера, расположенного в полости клеточных стенках.

ишее время выполнено и опубликовано много работ по теме древесины в СССР и за рубежом. Определены механические свойства модифицированной древесины и огнестойкость. Но вопросы проникновения и роли полимера в древесине, имеющей сложное микро- и субмикроскопическое строение (при пропитке и ботке), пока еще не раскрыты, хотя в литературных источниках широко освещаются вопросы проницаемости древесными жидкостями и газами.

Проницаемость древесины мономерами и олигомерами зависит от особенностей анатомического строения древесины [1].

В Институте технологического анализа древесины сосны, модифицированной фенолоспиртами и полиэфирной смолой ПН-1 [2].

Исследования древесины сосны проводилась под давлением с предварительным вакуумированием (25—30 мин), а полимеризация фенолоспиртов и полимеризация ПН-1 — при температуре 100—120°C.

Исследования древесины сделаны для заболони и ядра на микроскопе МБИ-6. Подразделение на заболонную часть вызвано тем, что проникновение и размеры в ранних и поздних трахеидах заболони и ядра

трахеиды — проводящие клетки, по которым раствор вязких фенолоспиртов проникает через открытые кон полости, а затем фильтруется через множество окаймленных пор из одной трахеиды в другую. По мере смачивания стенок трахеид жидкостью, обладающей низким молекулярным весом, возникает диффузное передвижение раствора.

Ранние трахеиды заболони с крупными полостями, тонкими стенками, большим количеством крупных окаймленных пор гораздо более заполнены полимером, чем поздние (рис. 1). При микроскопическом исследовании обнаружено, что полости трахеид полностью заполнены полимером в виде сплошных тонких столбиков, упрочняющих древесину, а в некоторых случаях — в виде тонких пленок на стенках трахеид, проникающих в ка-

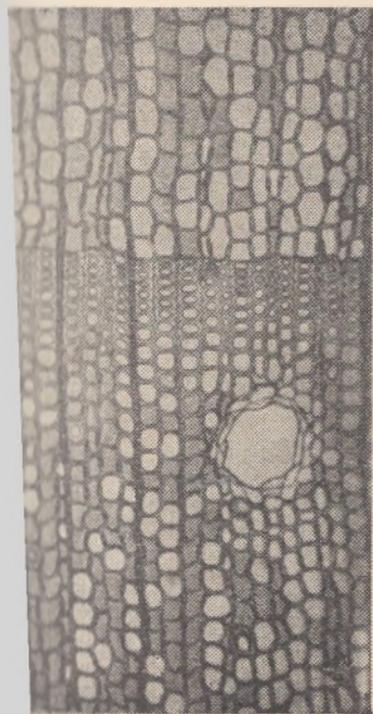


Рис. 1. Проникновение полимера в полости трахеид заболони сосны (фенолоспирты), ув. 112,5.

меры окаймленных пор. Тщательный микроскопический анализ свободных от полимера полостей ранних трахеид в проходящем, отраженном и поляризованном свете подтверждает, что при приготовлении срезов (микросрезы делались от руки бритвой) происходит выкрашивание полимера из полостей трахеид. Следует отметить, что полимер не полностью заполняет окаймленные поры, а откладывается на стенки и вершины камеры, оставляя место торууса свободным (рис. 2).

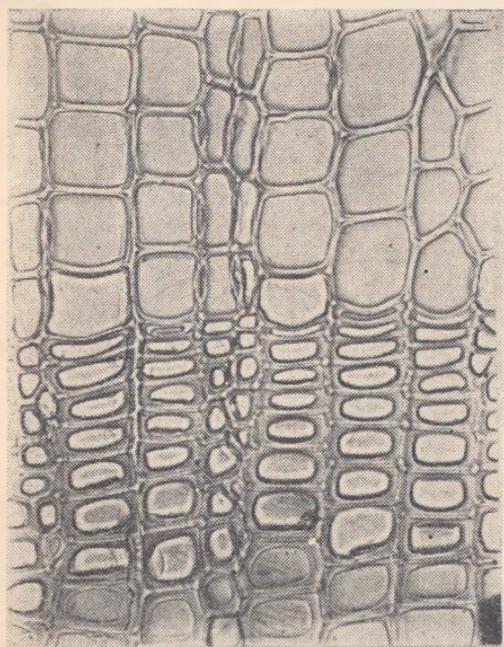


Рис. 2. Интенсивность заполнения полимером окаймленных пор в заболони сосны (50%-ные фенолоспирты), ув., 400.

Поллимер в основном размещается во вторичных оболочках. Срединная пластинка (первичные оболочки и межклеточный слой) почти не содержит полимера. Это предположение подтверждается визуальным наблюдением в микроскоп натуральных и модифицированных микросрезов древесины сосны. Свечение срединной пластинки модифицированной древесины в проходящем и лучепреломление в поляризованном свете такие же как и у натуральной древесины.

В радиальном направлении капиллярное движение фенолоспиртов затруднено. Оно осуществляется в основном по горизонтальным лучевым трахеидам гетерогенных сердцевинных лучей и горизонтальным межклетникам, что бывает хорошо видно на тангенциальных и радиальных микросрезках, а иногда и на торцовых, когда срез проходит по лучевым трахеидам модифициро-

Большой интерес представляют выявленные различия в размещении полимера в ранних и поздних трахеидах заболони и ядра. Поздние трахеиды по объему усыхают и разбухают в полтора раза больше ранних, так как в единице объема поздней древесины в полтора раза больше древесного вещества, чем в ранней. Микроскопический анализ модифицированных образцов заболони сосны показал, что в результате пропитки под давлением в капельно-жидком состоянии фенолоспирты проникают в полости поздних трахеид и в лучевые трахеиды по естественным контактам, а затем при подсушке (60°C) и поликонденсации раствор фенолоспиртов поглощается клеточными стенками, и по-

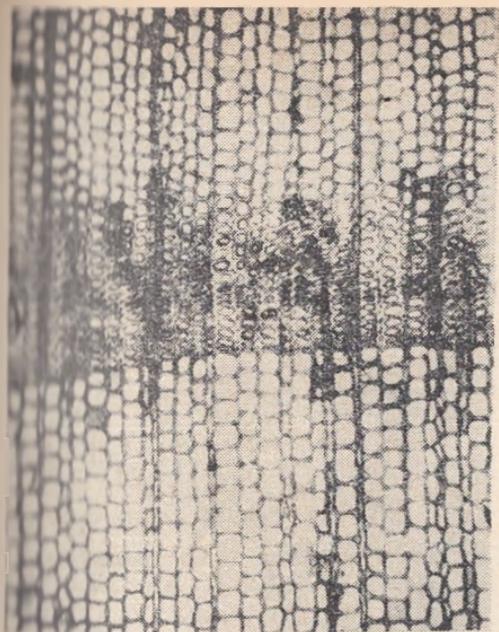


Рис. 3. Характер размещения полимера в полостях трахеид ядра сосны (50%-ные фенолоспирты), ув. 112,5.

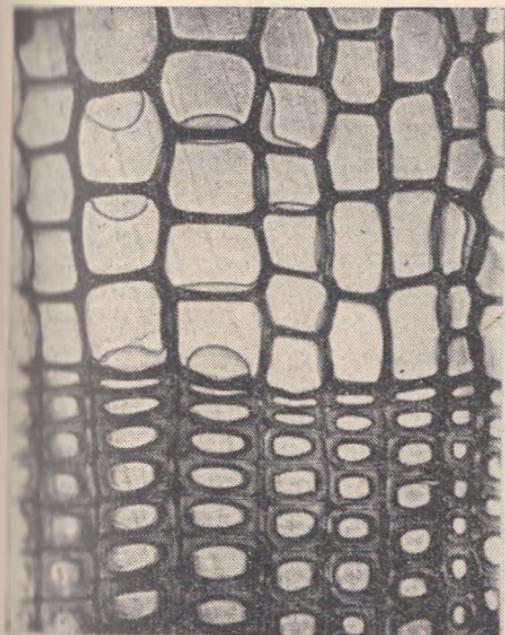


Рис. 4. Микрофотография поперечного среза древесины заболони сосны, пропитанной полиэфирной смолой. Видна усадка полимера в полостях трахеид, ув. 400.

ванной древесины. В паренхимных клетках сердцевидных лучей полимера не обнаружено.

При микроскопическом исследовании ядра сосны, модифицированного 50%-ными фенолоспиртами, видно, что, полимер заполняет полости поздних трахеид, а полости ранних — остаются свободными (рис. 3). По данным А. Н. Гартмана [4], в поздних трахеидах ядра сосны больше открытых пор, чем в ранних. Поэтому поздняя древесина годичного слоя ядра сосны пропитывается мономером несколько лучше, чем ранняя.

Разбухание древесины сосны в фенолоспиртах и остаточное набухание после поликонденсации, характер свечения и лучепреломления в проходящем, поляризованном и отраженном свете, а также хрупкость древесины говорят нам о том, что в стенки клеток проник полимер, чего не обнаружено при пропитке древесины сосны высокомолекулярной смолой ПН-1.

В каналах смоляных ходов и прилежащих к ним трахеидах полимера не обнаружено. У сосны из каналов смоляных ходов древесная смола попадает в полости трахеид и покрывает их стенки и окаймленные поры тонким слоем, препятствуя проникновению фенолоспиртов. Л. А. Иванов считает, что в ядре сосны содержится больше смолы за счет ее эвакуации из более влажной заболони в ядро, т. е. за счет изменения влажности

по радиусу ствола. В. А. Баженов и В. Е. Москалева отмечают [5], что в полостях трахеид заболони смолы нет, а в полостях трахеид ядра она всегда есть.

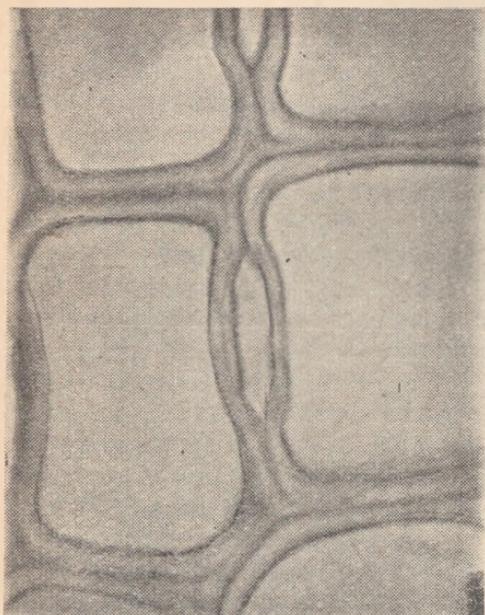


Рис. 5. Смещенное положение торуса окаймленных пор в ранних трахеидах ядра сосны, ув. 1800.

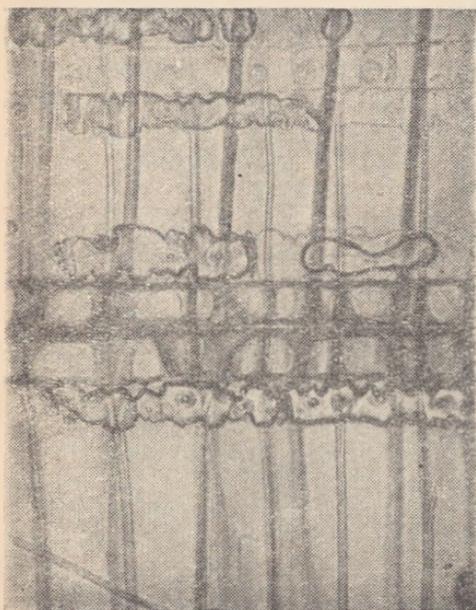


Рис. 6. Усадка полиэфирной смолы в лучевых трахеидах ядра сосны, ув. 400.

В отличие от фенолоспиртов, высокомолекулярная полиэфирная смола ПН-1 при пропитке древесины сосны в стенки клеток не проникает. Поэтому структура клеточных стенок и их физические свойства не изменяются.

По Ю. В. Вихрову, проникновение смол в стенки клеток характеризуется «остаточным набуханием» [3].

Микроскопический анализ образцов, модифицированных смолой ПН-1, показал, что в заболони сосны полости ранних и поздних трахеид заполнены полиэфирной смолой. ПН-1, как и фенолоспирты, в заболонь проникает вдоль волокон через вскрытые полости трахеид и окаймленные поры (рис. 4). Располагаясь в виде тонких столбиков трахеид, полиэфирная смола значительно увеличивает механические свойства древесины на статические и ударную нагрузки.

После полимеризации наблюдается усадка полимера в трахеидах, что в среднем составляет 7—8%. Это явление отрицательное, так как создаются мелкие микрокапилляры, по которым может проникать вода.

Продольное и поперечное проникновение полиэфирной смолы в ядре сосны значительно затруднено из-за смолистости самой древесины и закупорки окаймленных пор. В ранней зоне годичного слоя ядра сосны

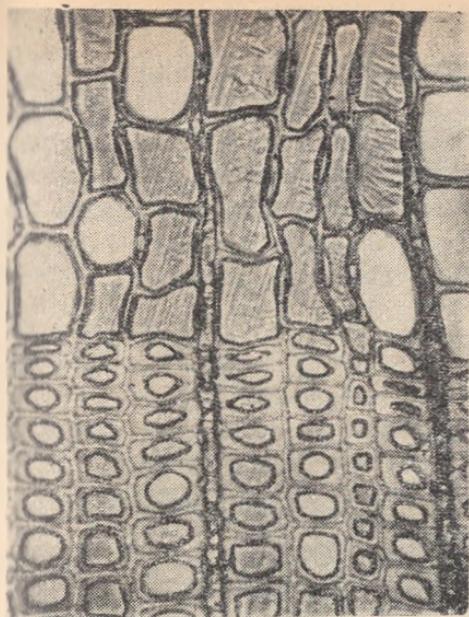


Рис. 7. Размещение полимера в поздних трахеидах ядра сосны (смола ПН-1) ув. 400.

торус окаймленных пор находится в смещенном положении (рис. 5). Вдоль волокон смола ПН-1 проникает на глубину вскрытых полостей трахеид, а в радиальном направлении — только по лучевым трахеидам (рис. 6), в которых также наблюдается усадка смолы. Поздние трахеиды ядра сосны лучше пропитываются, так как у них большее количество открытых пор (рис. 7).

Таким образом, при модификации древесины сосны фенолоформальдегидными смолами, мономеры довольно хорошо проникают в заболонную древесину. В ядровой древесине только поздние трахеиды содержат полимер.

#### Литература

- [1] К. Эсау. *Анатомия растений*. М., 1969. [2] В. Е. Вихров, Н. П. Синюков. Размещение полимера в древесине березы, модифицированной фенолоформальдегидными смолами. Сб.: *Лесоведение и лесное хозяйство*, в. 5, Минск, 1972. [3] Ю. В. Вихров. Определение проникающей способности синтетических смол в клеточные стенки древесины и изменение ее физико-механических показателей. Сб.: *Механическая технология древесины*, в. 1, Минск, 1971. [4] Л. Н. Гартман. Влияние анатомического строения древесины сосны на качество ее пропитки. *«Лесохимич. пром.»*, 1934, №№ 5—6. [5] В. А. Баженов, В. Е. Москалева. О проницаемости древесины заболони и ядра сосны жидкостями и о возможности ее регулирования. *Тр. Ин-та леса*, т. 9, 1953.