

634.0.8
К27

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ БССР

БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ С. М. КИРОВА

На правах рукописи

КАРШАКЕВИЧ Петр Владимирович

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ
ДРЕВЕСНЫХ СЛОИСТЫХ ПЛАСТИКОВ ИЗ ОЛЬХОВОГО
И ОСИНОВОГО ШПОНА С ИНТЕНСИФИКАЦИЕЙ
РЕЖИМОВ ПРЕССОВАНИЯ

*Специальность 05.21.01 - процессы и технологии
лесоразработок, лесозаготовок, лесного хозяйства,
лесопильных и деревообрабатывающих производств*

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск — 1976

Работа выполнена в
им. С.М. Кирова на кафедре клееных
исследовательской лаборатории технологии

Научный руководитель - профессор, кандидат технических
наук МИНИН А.Н.

Официальные оппоненты: профессор, доктор технических
наук МОВНИН М.С.

кандидат технических наук
ЛЕЖЕНЬ В.И.

Ведущая организация - Ленинградский промышленно-экспе-
риментальный фарерный завод

Защита состоится "6 апреля" 1977 г. в "12³⁰" часов
на заседании специализированного совета К - 497/2 по присуждению
ученой степени кандидата наук в Белорусском технологическом ин-
ституте им. С.М. Кирова

Адрес: 220630, Минск-50, ул. Свердлова, 13-а.

Диссертационной работой можно ознакомиться в библиотеке
технологического института имени С.М. Кирова.

Звонил Б. Марга 1977 г.

специализированного совета, доцент,
наук ГРУШЕВСКАЯ Е.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Несмотря на сравнительно небольшой объем производства древесных слоистых пластиков в СССР (примерно 9 тыс. тонн в год), экономический эффект от их применения очень большой. Так, применение в электротехнической промышленности 700 тонн ДСП вместо бронзы, баббита, дуралюминия, чугуна, текстолита, гетинакса, кожи, качественной стали, фасонного литья позволяет получить экономический эффект 2,5 миллиона рублей в год. В настоящее время потребность народного хозяйства страны в пластике удовлетворяется далеко не полностью. Дефицит только по Министерству химического машиностроения СССР составляет 1500 тонн в год. До сих пор производство ДСП в СССР базируется на переработке в основном березовой древесины, что значительно сужает сырьевую базу. Так, из-за недостаточного количества березовой древесины в Белоруссии строительство цеха ДСП исключалось, хотя потребности промышленности республики в этом материале довольно большие.

Учитывая изложенное и с целью расширения сырьевой базы для производства древесных слоистых пластиков, исследования по разработке технологии ДСП из ольхового и осинового шпона Постановлением Государственного комитета Совета Министров СССР по координации научно-исследовательских работ от 26 декабря 1964 года № 300 были включены в союзный план важнейших научно-исследовательских работ.

В увеличении производства ДСП большое значение имеет также проблема интенсификации режимов их прессования. В настоящее время продолжительность прессования пластиков составляет 4-5, а в некоторых случаях до 6 минут на мм толщины готового пластика. Интенсификация процесса прессования пластиков позволит сократить продолжительность цикла их прессования, повысить производительность труда, снизить себестоимость выпускаемой продукции и увеличить их выпуск на действующих предприятиях.

Ц е л ь р а б о т ы - доказать техническую возможность и экономическую целесообразность производства ДСП из ольхового и осинового шпона с интенсификацией режимов прессования. При этом представлялось важным исследовать количественное содержание фенолформальдегидной смолы СЕС-I в ольховом и осиновом шпоне в сравнении с березовым шпоном от времени его пропитки; изучить влияние технологических факторов на физико-механичес-

кие свойства ДСП из ольхового и осинового шпона; установить закономерности этого влияния и определить оптимальную технологию производства пластиков из указанных выше пород; улучшить пластические свойства пакета путем предварительной обработки ольхового, осинового и березового шпона химическими реагентами (например, 1-5% раствором медного купороса, а отсюда и снизить требуемое давление прессования; изучить возможность модификация фенолформальдегидной смолы СБУ-1 добавлением в нее уротропина в количестве 0,5-5% с сокращением продолжительности выдержки пакетов под действием давления и температуры.

научная новизна работы заключается в технической возможности и экономической целесообразности применения в производстве ДСП быстрорастущих, мягколиственных пород древесины ольхи и осины, ранее для этой цели не применявшихся, с интенсификацией режимов прессования пластиков. На способ получения древесных слоистых пластиков из ольхового и осинового шпона Комитетом по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР выдано авторское свидетельство № 365275, бюллетень № 6, 1973г.

Практическая ценность работы состоит в том, что разработанная интенсифицированная технология производства ДСП из ольхового и осинового шпона обеспечивает расширение сырьевой базы, повышение производительности труда, увеличение объема выпуска пластиков на существующих предприятиях в 1,3 раза.

Апробация работы. Проведенное промышленное апробирование технологических режимов ДСП из ольхового и осинового шпона на Ленинградском промышленно-экспериментальном фанерном заводе, Минском электротехническом заводе им. В.И.Козлова и Минском опытно-экспериментальном заводе научно-производственного объединения "Дормаш" полностью подтвердили результаты лабораторных исследований и экономическую целесообразность их производства. Основные положения, разработанные в диссертации, доложены и обсуждены на Всесоюзной научной конференции "Рациональное и комплексное использование древесины в деревообрабатывающей промышленности", Минск, 1974г. На научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава Белорусского технологического института им.С.М.Кирова, МИНСК, 1969-1976г.г.

П у б л и к а ц и и. По теме диссертации опубликовано 9 работ.

О б ъ е м р а б о т ы. Весь экспериментально-теоретический материал диссертации изложен на 225 страницах и состоит из введения, пяти глав основного текста, выводов и предложений, списка литературы и десяти приложений в виде таблиц расчетных и экспериментальных данных, авторского свидетельства, актов внедрения. Основная часть диссертации изложена на 123 страницах машинописного текста, содержит 18 рисунков и 9 таблиц. Список использованной литературы включает 116 наименований, из них 7 - зарубежных авторов.

В В Е Д Е Н И Е

В решении XXV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР отмечено "ускорить наращивание мощностей по химической и химико-механической переработке древесных отходов, низкокачественной древесины и древесины мягколиственных пород. Внедрять современное высокопроизводительное оборудование и прогрессивные технологические процессы в лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности". Интенсивное развитие промышленности требует повышения роли новых синтетических материалов. Одним из эффективных путей повышения экономичности и технического совершенствования машин, механизмов и приборов является широкое применение пластических масс, позволяющих по-новому решать важнейшие технические проблемы, дающих возможность создавать новые машины и станки с меньшим весом и меньшей стоимостью при одновременном повышении их эксплуатационных качеств.

Среди многих пластических масс видное место принадлежит древесным пластикам, в том числе и древесным слоистым пластикам-ДСП.

К достоинству ДСП следует отнести высокие физико-механические, антифрикционные, электрические свойства, низкую теплопроводность, малый коэффициент трения при сравнительно небольшой плотности и стоимости. Благодаря таким свойствам, они нашли широкое применение в различных отраслях народного хозяйства.

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Первые работы по древесным пластикам были проведены в СССР в начале тридцатых годов Институтом пластмасс, Центральным научно-исследовательским лесохимическим институтом (ЦНИЛХИ), Всесоюзным

институтом авиационных материалов (ВИАМ) и Центральным научно - исследовательским институтом фанеры (ЦНИИФ).

Промышленное производство ДСП организовано в СССР в 1940 году на Мостовском, Микашевичском, Поволжском и Муромском фанерных заводах. Древесные слоистые пластики в настоящее время изготавливают на Ленинградском промышленно-экспериментальном фанерном заводе, Усть-Ижорском, Тавдинском и Тюменском фанерных комбинатах.

Лабораторией ЦНИИЛКИ еще в предвоенный период был разработан способ пропитки шпона искусственными смолами, исследовано влияние толщины и расположения шпона в пакете на свойства древесных слоистых пластиков.

Известно, что производство ДСП до Великой Отечественной войны в Германии осуществлялось из букового шпона, в Америке для этих целей применяли хвойные породы (орегонская сосна, дуглассовая пихта).

И.А.Шейдин (1950г.) в диссертационной работе "К вопросу пьезотермической обработки березового шпона" установил оптимальные режимы пьезотермической обработки березового шпона.

Б.Т.Козьмин в 1952 году предложил способ изготовления древесных слоистых пластиков из березового шпона, пропитанного под вакуумом метилметакрилатом.

В дальнейшем исследованиями в области ДСП занимались и занимаются И.А.Шейдин, М.С.Мовнин, А.В.Смирнов, Л.А.Демидова, П.Э.Пюдик, Ю.Г.Доронин и др. Результаты этих исследований направлены на улучшение физико-механических свойств ДСП из березового шпона.

До сих пор производство ДСП в СССР базируется на переработке березовой древесины. Исследования в области получения ДСП из березовой древесины проведены в широком диапазоне, хотя вопросам интенсификации процесса прессования уделялось незначительное внимание.

Учитывая народнохозяйственную значимость решения указанных вопросов, целью настоящей работы являлось доказать техническую возможность и экономическую целесообразность производства ДСП из ольхового и осинового шпона с интенсификацией процесса прессования.

Исходя из вышеизложенного и поставленной цели, в задачу настоящих исследований входило:

1. Исследование скорости пропитки ольхового и осинового шпона фенолформальдегидной смолой СБС-1.

2. Исследование влияния технологических факторов на физико-механические свойства ДСП из ольхового и осинового шпона, установление закономерностей этого влияния с определением оптимальной их технологии.
3. Улучшение пластических свойств березового, ольхового и осинового шпона путем предварительной его обработки в 1-5% растворе медного купороса, обеспечивающее снижение времени прессования ДСП.
4. С целью интенсификации процесса прессования пластиков изучить возможность модификации фенолформальдегидной смолы СБС-1 добавлением уротропина в количестве 0,5-5,0%.
5. Проверить результаты лабораторных исследований в производственных условиях и дать их технико-экономический анализ.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОПИТКИ И УПЛОТНЕНИЯ ПАКЕТА ШПОНА С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ ЕГО АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

Краткий сравнительный анализ макро- и микроструктуры древесины ольхи, осины и березы

В зависимости от расположения сосудов в годичном слое листовые породы подразделяются на кольцесосудистые и рассеяннососудистые. Типичными представителями рассеяннососудистых пород древесины являются ольха, осина, бук, береза, тополь и др. Сосуды в этих породах древесины не отличаются большой разностью по диаметру друг от друга и распределены более или менее равномерно. Так, диаметр сосудов древесины ольхи черной 70-100, осины - около 100, березы - 50-60 микрон; плотность ольхи - 0,42-0,64, осины - 0,44-0,52, березы - 0,63-0,7 г/см³. Все это будет влиять на процесс пропитки шпона синтетическими смолами и степень прессования, а следовательно, и на физико-механические свойства ДСП, получаемых из шпона этих пород древесины.

Расчет степени прессования ДСП

Технология и режимы изготовления ДСП должны обеспечивать их высокие физико-механические показатели. Свойства ДСП зависят от древесной породы, толщины и влажности шпона, направления волокон шпона в смежных слоях пакета, степени пропитки его растворами смол, давления, температуры, продолжительности псевдотермической обработки и от других факторов.

При несоблюдении определенного соотношения между толщиной паке-

та и толщиной получаемого материала в нем сохранится остаточная пористость или, наоборот, из него будет выдавливаться смола, вследствие чего увеличится усилие прессования, появятся трещины и в конечном счете ухудшится качество пластика. С учетом указанных факторов выполнен расчет степени прессования ДСП

Если смола обладает способностью проникать в стенки клеток древесины, то после пропитки и сушки размеры и объем листа шпона увеличатся. Объем шпона после пропитки и сушки V_c можно выразить через его объем до пропитки V_0 и коэффициент разбухания K_p :

$$V_c = V_0 (1 + K_p) \quad (1)$$

Из пропитанного смолой и просушенного шпона набирали пакет в соответствии с маркой ДСП. Степень прессования ДСП определяли

$$\varepsilon = \frac{V_c - V_n}{V_c} \cdot 100\% \quad (2)$$

где V_n - объем материала после прессования, см^3

Этот показатель характеризует лишь изменившийся объем или размер заготовки, но не дает представления о количестве оставшихся пор в материале, т.е. на его основании нельзя сделать вывод о том, насколько можно было бы спрессовать пакет, чтобы довести плотность шпона до плотности древесного вещества ($1,54 \text{ г/см}^3$).

Степень прессования ДСП оценивали отношением разности объемов до и после прессования к объему пор в пакете:

$$\varepsilon_0 = \frac{V_c - V_n}{V_{\text{пор}}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где ε_0 - абсолютная степень прессования, %;

$V_{\text{пор}}$ - объем пор в пакете, см^3 .

Объем пор в пакете⁰ определяли исходя из начальной пористости шпона - Π , коэффициента разбухания - K_p и объема смолы в шпоне V_B

$$V_{\text{пор}} = \frac{V_0 \cdot \Pi}{100} + V_0 \cdot K_p - V_B, \quad (4)$$

где $\frac{V_0 \cdot \Pi}{100}$ - объем пор в шпоне до пропитки смолой, см^3 ;

$V_0 \cdot K_p$ - приращение объема шпона в результате разбухания, см^3 ;

$V_B = \frac{G - G_0}{\gamma_c}$ - объем смолы в шпоне, см^3

На основании этих уравнений получим

$$\varepsilon_0 = \frac{\varepsilon \cdot (1 + K_p)}{\Pi + 100 K_p - \frac{\Delta G \cdot \delta_0}{\delta_c}} \cdot 100\% \quad (5)$$

где ΔG - относительный привес смолы в шпоне.

Степень прессования материала существенно влияет на его свойства. Если требуется получить монолитный материал с улучшенными физико-механическими свойствами, в полученное уравнение подставляем значение $\varepsilon_0 = 100\%$ и определяем степень прессования пакета. При сохранении пористости, абсолютная степень прессования будет

$$\varepsilon_0 = 100 - K_n, \quad (6)$$

где K_n - коэффициент сохраняемой в материале пористости, %.

Степень прессования при этом выразится уравнением

$$\varepsilon = \frac{(100 - K_n) \left(\Pi + 100 - \frac{\Delta G \cdot \delta_0}{\delta_c} \right)}{(1 + K_p) 100} \quad (7)$$

Подставив в это уравнение значение ε (уравнение 2), получим

$$V_n = V_c \left[\frac{(100 - K_n) \left(\Pi + 100 K_p - \frac{\Delta G \cdot \delta_0}{\delta_c} \right) 10^{-4}}{1 + K_p} \right] \quad (8)$$

При одноосном прессовании, когда меняется только толщина пакета, можно определить, до какой толщины h_n надо его прессовать чтобы сохранить в ДСП необходимую пористость:

$$h_n = S_0 (1 - K_p) \cdot n \left[1 - \frac{(100 - K_n) \left(\Pi + 100 K_p - \frac{\Delta G \cdot \delta_0}{\delta_c} \right) 10^{-4}}{1 + K_p} \right] \quad (9)$$

где S_0 - толщина шпона, мм;

K_p - коэффициент разбухания шпона, см³;

n - число слоев шпона в пакете.

Для более простого случая, когда шпон после пропитки смолой и сушки практически не изменяет размеров ($K_p = 0$) или когда этой величиной можно пренебречь, при получении монолитного материала толщину получаемых древесных слоистых пластиков можно рас-

считать по уравнению

$$h_n = S_0 \cdot n \left[1 - (0,01 - K_n 10^{-4}) \left(\Pi - \frac{\Delta G \cdot \gamma_0}{\gamma_c} \right) \right] \quad (10)$$

Пользуясь уравнением (10) определяем число листов шпона в пакете

$$n = \frac{h_n}{S_0 \left[1 - (0,01 - K_n 10^{-4}) \left(\Pi - \frac{\Delta G \cdot \gamma_0}{\gamma_c} \right) \right]} \quad (11)$$

Пользуясь выведенными зависимостями (7; 9-II), можно определить степень прессования ДСП, необходимое число листов шпона при получении материала нужной толщины, проанализировать влияние ряда технологических факторов и получать пластики с заданными свойствами.

Для облегчения пользования выведенными зависимостями построена номограмма. Порядок пользования номограммой показан на рис. I.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объем, направление и методика исследований приведены в методической сетке диссертационной работы.

Исследование скорости пропитки ольхового и осинового шпона фенолформальдегидной смолой проводилось на образцах размером 200×200×0,55 мм при влажности шпона - 5%, температуре пропитывающего раствора - 18-22°C, продолжительности пропитки (1; 2; 5; 10; 15; 30 мин; 1;3;12;24;48;80;110;130 часов).

Исследование влияния технологических факторов (толщины шпона - 0,55; 0,75; 1,15 мм; влажности + летучие - 2; 6; 10%; содержания связующих - 15; 25; 35%; давления прессования - 100;150; 200 кгс/см² температуры плит пресса - 125;150;165;180;200°C; продолжительности прессования - 05;1,0;2,0;3,0;4,0;5,0;7,5;10 мин/мм толщины готового пластика) на физико-механические свойства ДСП из натурального ольхового и осинового шпона, установление закономерностей этого влияния с определением оптимальной технологии их производства.

Для проведения экспериментальных исследований применялся березовый, ольховый и осинный шпон размерами 800×400×0,55 мм, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 3916-69 сорта В и ВВ. Шпон сушили в специально изготовленной лабораторной шестиэтажной сушилке с электрическим обогревом и принудительной циркуляцией воздуха при температуре 100±5°C до влажности 6-8%.

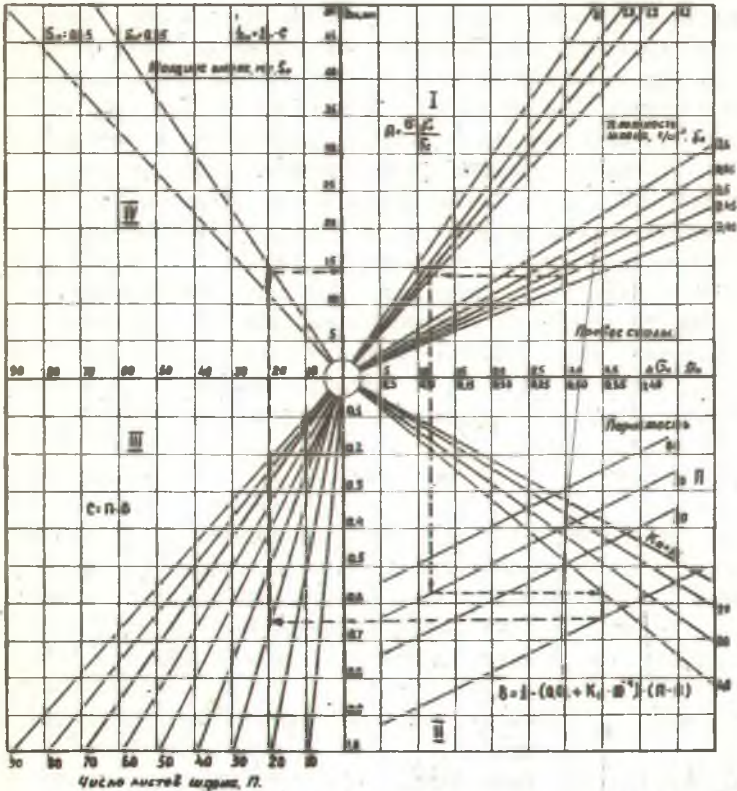


Рис. 1. Номограмма определения степени пресобития ДСР.

Приготовление пропиточного раствора (концентрация - 20-25%, вязкость - 1,8-4°; температура - 18-25°C; плотность - 0,92 - 0,94 г/см³) производили в специально изготовленной ванне с электрическим обогревом. Для приготовления пропиточного раствора применялась фенолформальдегидная смола СБС-Г, удовлетворяющая требованиям ГОСТ 91-71; этиловый спирт технический, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 522885-75.

После пропитки шпон сушился до влажности 6%, влажность шпона и относительное содержание сухой смолы в шпоне определяли по методике ГОСТ 9621-72. Сборку пакетов проводили по схемам для коротких плит марок ДСП-Б, ДСП-В, ДСП-Г, когда их размеры равны установленным размерам листов шпона.

Прессование ДСП проводили на переоборудованном гидравлическом прессе марки П-04-40 максимальным усилием 1000 тонн. Для обогрева пакета на прессе были установлены специальные плиты с электрическими нагревателями. Для поддержания в процессе прессования температуры, заданной по режиму, была смонтирована электрическая схема на контактных термометрах марки ТКМ, которая через систему реле включала и отключала электрические нагреватели плит при отклонении температуры от заданной. После технологической выдержки отключали электрический обогрев и охлаждали плиты пресса водой, пропускаемой по их каналам, до температуры 40°C, не снимая давления. Отбор образцов для испытаний физико-механических свойств производили не ранее, чем через 12 часов после выгрузки их из пресса и кондиционирования в стопе.

При испытании физико-механических характеристик ДСП определяли: влажность, плотность, водопоглощение за 24 часа, предельное водопоглощение и разбухание, пределы прочности при сжатии вдоль волокна, растяжении, статическом изгибе, скалывании по клеевому слою и по древесине, ударную вязкость, твердость торцевой поверхности, пласти и ребра, маслостойкость, электрические свойства.

Испытания физико-механических свойств ДСП проводили по методике ГОСТ 13913-68; ГОСТ 9620-61-9628-61; ГОСТ 6433-65. Согласно методической сетке экспериментальных исследований размер прессуемых плит составлял 800 × 400 × 0,55 мм. Всего произведено 453 запрессовки, на каждый вид испытаний отбирали по 16 образцов, испытания физико-механических свойств пластинок проводилось по

9 показателям, общее количество образцов, подвергнутых испытаниям, составило около 40 тысяч.

Исследование предварительной обработки березового, ольхового и осинового шпона в 1-5% растворе медного купороса проводили с целью изучения возможности снижения продолжительности прессования.

Из аналитического обзора и проведенных нами поисковых исследований в области модификации шпона вытекает, что наиболее целесообразным агентом для обработки шпона является раствор медного купороса. Для изучения влияния модификации березового, ольхового и осинового шпона медным купоросом на физико-механические свойства ДСП исследовали: влажность шпона (5; 10; 20; 30; 40; 50%); концентрацию (1 и 5%) пропиточного раствора медного купороса; продолжительность пропитки шпона в растворе медного купороса (30-60 мин.) Для выполнения вышеизложенных исследований применяли березовый, ольховый и осиновый шпон, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 3916-69 сорта В - ВВ. Прежде, чем пропитывать шпон в растворе смолы, его подвергали обработке раствором медного купороса при вышеуказанной влажности шпона, концентрации раствора и времени пропитки. Дальнейший процесс тот же, что и для ДСП из натурального шпона, кроме режимов прессования, которые были: содержание связующих - 24%, давление прессования - 120 кгс/см^2 ; температура плит пресса - $140-145^\circ\text{C}$, при различной продолжительности прессования - 1,0; 1,5; 2,0 мин/мм толщины готового пластика.

С целью интенсификации процесса прессования пластиков изучали возможность модификации фенолформальдегидной смолой СБС-1 добавлением уротропина в количестве 0,5; 1,0; 2,0; 5,0%.

Из аналитического обзора и теоретических предположений видно, что введение уротропина в смолу может ускорить процесс ее отверждения. Для изучения этого влияния были проведены экспериментальные исследования.

В пропиточный раствор смолы СБС-1 30% концентрации вводился уротропин в вышеуказанном количестве. Затем проводилась пропитка шпона в модифицированном растворе, его сушка, сборка пакетов по схеме для марки ДСП-Б и прессование по режиму: толщина шпона - 0,55 мм; влажность пропитанного смолой шпона - 6%; содержание связующих - 25%; температура плит пресса - 150°C ; давление прессования - 150 кгс/см^2 при продолжительности прессования - 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 мин/мм толщины готового пластика.

Математическая обработка результатов исследований проводилась на ЭВМ МИР-2 в два этапа.

Проводили статистическую обработку результатов исследований по которым были построены графики зависимостей определенных показателей от изучаемых факторов.

Получили математические модели и графики зависимости предела прочности при статическом изгибе по наиболее значимым исследуемым факторам.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ И ИХ АНАЛИЗ

Все экспериментальные исследования в лабораторных условиях выполнены в строгом соответствии с принятой методикой. Результаты исследований и их анализ представлены ниже.

Определение скорости пропитки ольхового и осинового шпона в растворе фенолформальдегидной смолы СБС-1.

Исходя из теоретических рассуждений о том, что скорость пропитки древесины шпона смолами тесным образом связана с особенностями анатомического строения (макро- и микроструктуры) и определяется в первую очередь объемом пор. Древесина с более низкой плотностью должна быстрее поглощать смолу.

Экспериментальные данные полностью подтвердили теоретические предположки. Так, содержание смолы в ольховом и осиновом шпоне резко увеличивается за первые две минуты, дальше скорость пропитки несколько замедляется. Березовый шпон за одну минуту пропитки содержит 6% смолы, в то время как ольховый шпон - 22%, осиновый - 16%, а за 24 часа - ольховый шпон содержит - 31,2% смолы, осиновый - 30,8%, березовый - 22,1%.

Большая скорость пропитки ольхового и осинового шпона в начальный период (1-2 минуты) позволит механизировать этот процесс, используя для этой цели пропиточно-сушильные агрегаты (ПСА) непрерывного действия вместо применяемых периодических способов окунания шпона в пропиточные ванны. Это дает возможность значительно сократить скорость пропитки, не уменьшая количественного содержания смолы в шпоне. Отсюда продолжительность пропитки шпона толщиной 0,55 мм для введения 20-25% смолы составит: березового - 60, осинового - 5, ольхового - 2 минуты.

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ОЛЬХОВОГО И ОСИНОВОГО ШПОНА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДСП

В результате проведенных лабораторных исследований установлено,

что толщина вышеуказанных пород древесины шпона в изучаемом диапазоне (0,55; 0,75; 1,15 мм) оказывает значительное влияние на свойства ДСП. Влажность готовых пластиков уменьшается, а плотность практически остается постоянной с увеличением толщины шпона. Предел прочности ДСП при сжатии вдоль волокон растет с увеличением толщины шпона от 0,55 до 0,75 мм. Дальнейшее увеличение толщины шпона ведет к снижению прочности при сжатии, это, по-видимому, происходит по причине неравномерной пропитки и упрессовки более толстого шпона. Толщина шпона существенно влияет также и на прочность пластиков при статическом изгибе по клеевому слою и по древесине, ударной вязкости и твердости.

Наиболее высокой прочностью и стабильностью обладают ДСП, полученные из ольхового и осинового шпона толщиной 0,55 мм.

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПРОПИТАННОГО ОЛЬХОВОГО И ОСИНОВОГО ШПОНА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДСП

Влажность пропитанного смолой СБС-I шпона (2; 6; 10%) оказывает заметное влияние на качество ДСП. Высокая и низкая влажность шпона понижает физико-механические свойства пластиков. Анализ экспериментальных данных показывает, что стабильные показатели имеют ДСП из ольхового и осинового шпона с влажностью пропитанного шпона 6%.

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА СВЯЗУЮЩИХ В ДСП ИЗ ОЛЬХОВОГО И ОСИНОВОГО ШПОНА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Количество смолы в пропитанном ольховом и осиновом шпоне в изучаемом диапазоне 15; 25; 35% оказывает определенное влияние на прочностные показатели ДСП. Анализ экспериментальных данных показывает, что пластики из ольхового и осинового шпона с содержанием смолы 25% имеют наилучшие показатели по всем видам физико-механических испытаний. Уменьшение и, наоборот, увеличение содержания связующих в пропитанном шпоне ведет к снижению качественных показателей ДСП. Пластики с содержанием связующих 35% получаются более хрупкими, имеют поры и трещины, которые возникают в результате расположения пакета.

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ ПРЕССОВАНИЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДСП

По мере увеличения давления прессования от 100 до 150 кгс/см² прочность слоистых пластиков их натурального ольхового и осино -

вого шпона улучшается. С дальнейшим увеличением давления прессования от 150 до 200 кгс/см² понижает показатели прочности пластика только при скальвании по клеевому слою и по древесине. Твердость пластиков, спрессованных при различном давлении в изучаемом диапазоне (100-200 кгс/см²) изменяется незначительно. Это говорит о том, что ольховый и осиновый шпон значительно упресовывается уже при давлении 100 кгс/см². Однако, для получения более прочных и водостойких ДСП из натурального ольхового и осинового шпона давление прессования должно составлять 150 кгс/см².

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПРЕССОВАНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДСП

Продолжительность прессования в изучаемом диапазоне 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 7,5; 10 мин/мм толщины пластика, при различной температуре (150, 165, 180°C) на физико-механические свойства ДСП представлена на рис.2.

Анализ представленного графика рис.2а показывает, что предел прочности при статическом изгибе ДСП из ольхового и осинового шпона повышается с увеличением времени выдержки с 0,5 до 3,0 мин/мм толщины пластика, далее с 3,0 до 4,0 мин/мм идет незначительное повышение прочности пластиков, при выдержке от 4,0 до 5,0 мин/мм наблюдается незначительное снижение этого показателя. При выдержке от 5,0 до 7,5 мин/мм наблюдается значительное снижение этого показателя, а при выдержке от 7,5 до 10,0 мин/мм изменение прочности незначительное.

Из рис. 2.б видна зависимость предела прочности ДСП при сжатии от времени прессования в указанном выше диапазоне и температуре. Здесь наблюдается почти та же закономерность, что и для статического изгиба, т.е. вначале идет увеличение прочности до 3,0 мин/мм, затем его снижение.

Зависимость предела прочности при растяжении ДСП представлена на рис. 2.в, анализируя этот показатель видим ту же тенденцию.

При времени прессования 0,5 мин/мм толщины пластика и температуре плит пресса 200°C ДСП из ольхового и осинового шпона получить не удалось из-за глубокой деструкции материала. Температура прессования в изучаемом диапазоне также влияет на физико-механические свойства ДСП. Анализ графика рис.2 свидетельствует о том, что наиболее высокие показатели при статическом изгибе, сжатии и растяжении ДСП получаются при температуре прессования 150°C.

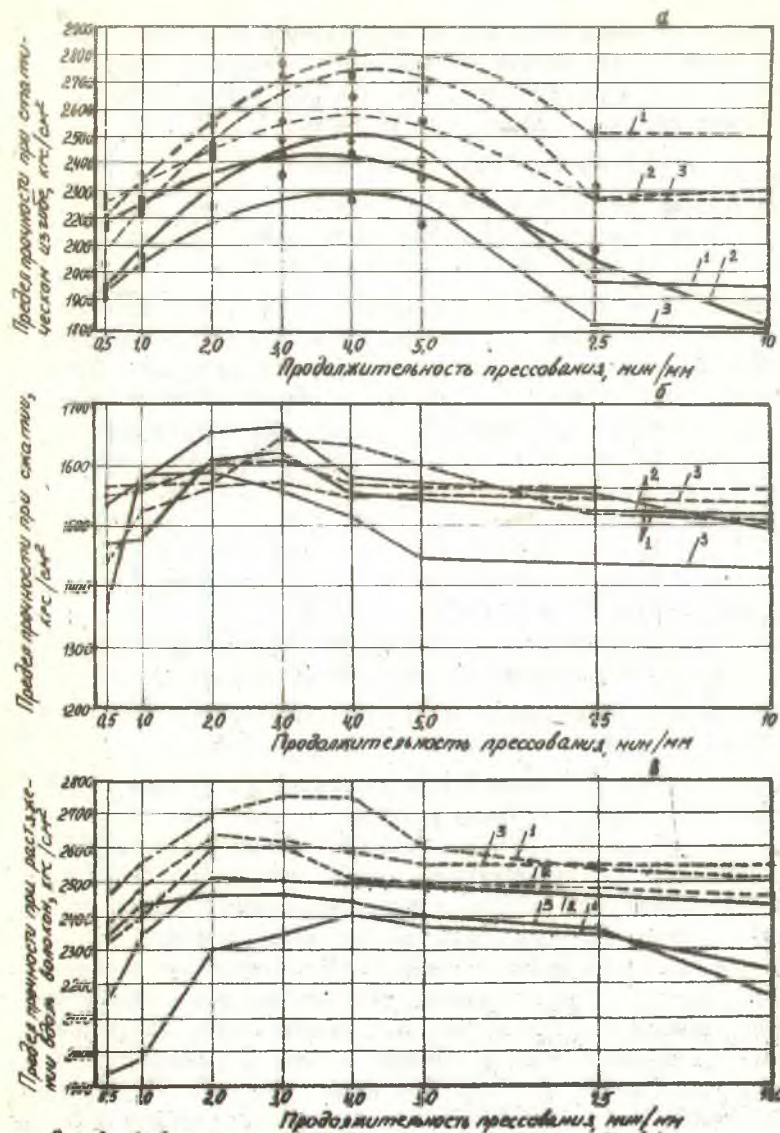


Рис. 2. Зависимость предела прочности при статическом изгибе (а), при сжатии (б) и растяжении вдоль волокон (в) ДСП от продолжительности прессования при температурах 1-150°C, 2-165°C, 3-180°C. Слои шпона: 1-ольховый шпон, пунктирная - осиновый

Лучшие показатели имеют ДСП из натурального ольхового и осинового шпона, спрессованные при выдержке 3-4 мин/мм толщины готового пластика и температуре 150°C. При температуре 165°C вполне допустимо время прессования 2 мин/мм.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РЕЖИМОВ ПРЕССОВАНИЯ ДСП

Влияние предварительной обработки березового, ольхового и осинового шпона раствором медного купороса на физико-механические свойства ДСП

Проведенный анализ физико-механических свойств ДСП, полученных из березового и осинового шпона, обработанного 1% раствором медного купороса при влажности 30%, содержании связующего 24%, продолжительности прессования 2,0 мин/мм толщины готового пластика, при давлении прессования 120 кгс/см², температуре плит пресса 140-145°C свидетельствует о соответствии требованиям ГОСТ 13913-68.

Предварительная обработка березового, осинового и ольхового шпона 5% раствором медного купороса в течении 30 мин. не дала положительного эффекта при изготовлении ДСП при вышеуказанных режимах ввиду значительной текучести материала.

Исходя из вышеуказанного, рекомендуются режимы получения ДСП из модифицированного медным купоросом шпона, табл. 3.

Влияние введенного в смолу СБС-I уротропина на физико-механические свойства ДСП

На рис. 3 показана зависимость физико-механических свойств ДСП от количества вводимого в смолу уротропина (0,5; 1,0; 2,0; 5,0%) при времени прессования - 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 мин/мм толщины пластика. Анализируя экспериментальные данные, можно констатировать, что по мере увеличения вводимого уротропина в раствор смолы от 0,5 до 1,0% физико-механические свойства пластиков улучшаются, от 1 до 2% - остаются постоянными, при дальнейшем увеличении вводимого уротропина показатели снижаются. Наиболее высокие физико-механические свойства ДСП получаются при введении в смолу 1% уротропина при продолжительности прессования 1,0 мин/мм толщины готового пластика, рис. 4.б. Вполне допустимые физико механические свойства ДСП получаются при том же содержании уротропина и выдержке 0,5 мин/мм толщины пластика.

Таким образом, рекомендуются оптимальные параметры получения ДСП с уротропином, табл. 3

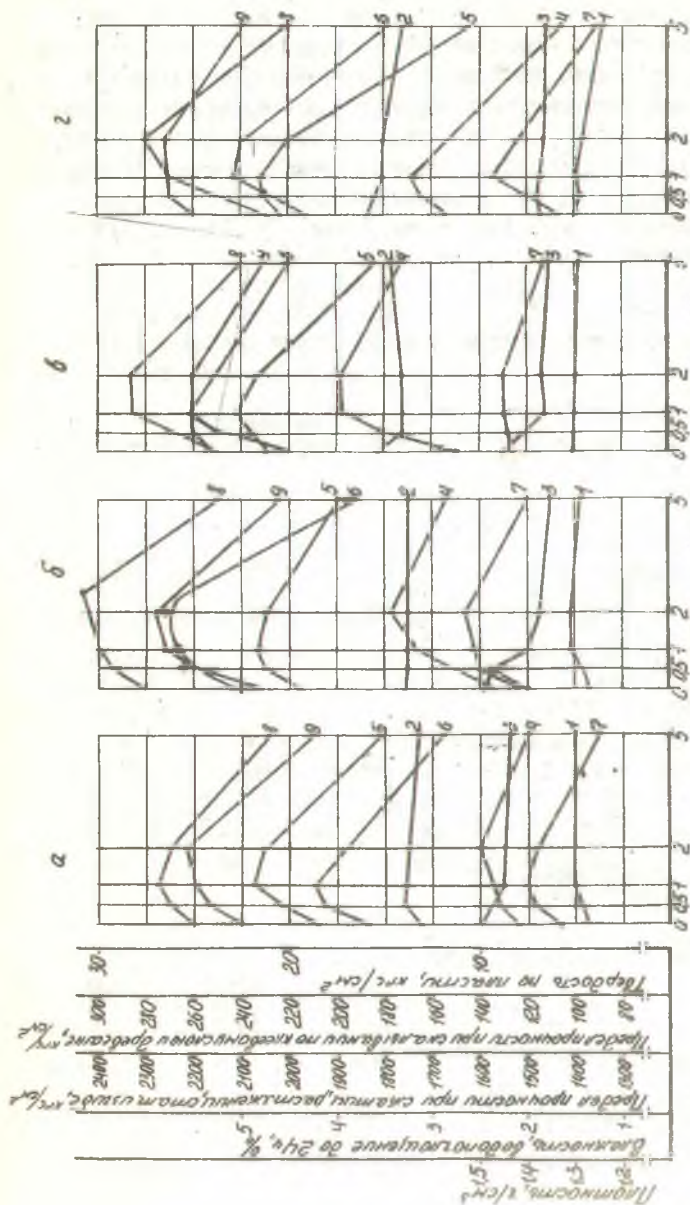


Рис. 3. Зависимость прочности, пластичности, водопоглощения от количества воды в смеси. 1-платность; 2-бляжкость; 3-водопоглощение за 24ч; 4,5,6,7-продолжительность при сжатии, расплавлении, старении. 8-время выдержки 0,5, 10, 20, 30 мин.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Математическая обработка экспериментальных данных проведена в строгом соответствии с вышеизложенной методикой, т.е. в два этапа

Проводится статистическую обработку результатов исследований.

Получены математические зависимости предела прочности при статическом изгибе ДСП от продолжительности прессования (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 7,5; 10 мин/мм); от влажности шпона до обработки его 1% раствором медного купороса (5, 10, 20, 30, 40, 50%); от количества вводимого в раствор смолы уротропина (0,5; 1,0; 2,0; 3,0%) в следующем виде

$$y = A + Bx + Cx^2 \quad (12)$$

Коэффициенты данного уравнения представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Исследуемые факторы	коэффициенты		
	A	B	C
Продолжительность прессования ДСП из ольхового шпона ($t - 150^{\circ}\text{C}$, $\tau - 0,5 - 10,0$ мин/мм)	1783	357,3	44,4
$t - 165^{\circ}\text{C}$, $\tau - 0,5 - 10$ мин/мм	2079	187,6	25,46
$t - 180^{\circ}\text{C}$, $\tau - 0,5 - 10$ мин/мм	1803	266	35,6
ДСП из осинового шпона:			
($t - 150^{\circ}\text{C}$, то же время прессования)	2044	329,4	35,59
$t - 165^{\circ}\text{C}$, - " -	1881	399,2	46,04
$t - 180^{\circ}\text{C}$, - " -	2161	209,0	25,65
Влажность обрабатываемого шпона 1% раствором медного купороса			
березовый шпон (W - 5, 10, 20, 30, 40, 50%)	2209	27,61	0,4031
ольховый шпон - " -	2039	5,172	0,1
осиновый шпон - " -	2374	20,29	0,3668
Кол-во вводимого уротропина в раствор смолы (0,5; 1,0; 2,0; 3,0%)			
ольховый шпон	2114	158,2	41,72

**ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРОВЕРКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ИХ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

Проверка результатов лабораторных исследований была частично проведена в производственных условиях Ленинградского промышленно-экспериментального фанерного завода, Минского электротехнического завода им. В.И.Козлова и Минского опытно-экспериментального завода научно-производственного объединения "Дормаш".

Для изготовления ДСП в производственных условиях применялся ольховый и осиновый шпон размером 1600x1600x0,55 мм, влажностью $8 \pm 2\%$. В качестве связующего применялась фенолформальдегидная смола СБС-1, удовлетворяющая требованиям ГОСТ 901-71, этиловый спирт, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 522885-75. Сухой лущеный шпон отдельно по породам поступал в пропиточное отделение, после пропитки и сушки шпона собирали пакеты по непрерывной схеме для пластика марки ДСП-Б толщиной 15 мм, ватем непрерывный пакет разрезали на отдельные пакеты форматом 2600x1600 мм. Пакеты загрузочным устройством подавались в рабочие промежутки гидравлического пресса. Плиты прессовались по технологическим режимам: I режим - температура плит пресса - 150°C; давление прессования - 150 кгс/см², продолжительность прессования - 5,0 мин/мм; охлаждение плит прессования до 40°C. II режим - температура - 165°C; давление - 150 кгс/см²; продолжительность - 2 мин/мм; охлаждение до 40°C.

Для получения достоверных данных было произведено четыре за-прессовки по шесть плит в каждой. Из каждой запрессовки отбиралось три плиты: нижняя, средняя, верхняя, расположенные между плитами по высоте пресса. От каждой плиты отбиралось по 108 образцов для испытаний ДСП по девяти видам физико-механических показателей. Испытания проводились по методике ГОСТ 9620-61 - 9628-61.

Результаты производственных испытаний ДСП из ольхового и осинового шпона и их физико-механические характеристики представлены в табл.2

Таблица 2

Физико-механические свойства ДСП-Б из ольхового и осинового шпона

Наименование показаний	Единицы измерений	Количество испыт. образц.	Численные значения			
			режим I		режим 2	
			ольха	осина	ольха	осина
1	2	3	4	5	6	7
Плотность	г/см ³	12	1,31	1,31	1,32	1,32

	1	2	3	4	5	6	7
Влажность	%	12	5,1	4,5	3,9	3,	
Водопоглощение за 24 часа	%	12	2,4	3,02	1,9	2,	
Предел прочности при сжатии вдоль волокон	кгс/см ²	12	1605	1930	1950	1764	
Предел прочности при растяжении вдоль волокон	кгс/см ²	12	2012	2276	2120	2230	
Ударная вязкость	кгс см/см ²	12	67,1	89,5	47	71,2	
Предел прочности при статическом изгибе	кгс/см ²	12	2540	2885	2380	2710	
Предел прочности при скалывании по клеевому слою и по древесине	кгс/см ²	12	271 520	153 437	249	195	
Число твердости	кгс/мм ²	12	26,2	25,6	28,3	26,5	

Данные табл.2 показывают, что все физико-механические свойства ДСП, полученных из натурального ольхового и осинового шпона соответствуют требованиям ГОСТ 13913-68, и полностью подтвердили результаты лабораторных исследований и могут быть рекомендованы режими, представленные табл. 3.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

По предлагаемой в данной работе технологии производства ДСП по сравнению с существующей на Ленинградском промышленно - экспериментальном фанерном заводе, свойства получаемого материала не меняются и не требуется дополнительных капитальных вложений, поэтому дальнейших расчетах сопоставляется только себестоимость получаемых пластинок. Повышение производительности имеющегося оборудования достигается путем сокращения производственного цикла прессования за счет повышения температуры плит пресса со 150 до 165⁰С, модификации шпона в растворе медного купороса и добавлением в раствор смолы уротропина. За счет этого время прессования сокращается с 5 до 0,5-2 мин/мм толщины пластика, т. е. более чем в два - десять раз.

Таблица 3

Рекомендуемые режимы прессования ДСП из натурального и модифицированного ольхового и осинового шпона

№	Модификация исходного материала			Сухой пропитанный шпон			Режим прессования		
	Концентрация обрабатывающего раствора, %	Продолжительность обработки ботки шпона раств., мин.	Кол-во вводимого урона в тропи-на в смолу СБС-1, %	Толщина шпона, мм	Влажность + летучие, %	Содержание связующих, %	Давление, кгс/см ²	Температура прессования, °C	Выдержка в прессе, мин/мм
I	-	-	-	0,55	6-8	22-24	150	150	4
II	-	-	-	0,55	6-8	22-24	150	165	2,0
III	1,0	30	-	0,55	6-8	24	100	145	2,0
IV	-	-	0,5-1,0	0,55	6-8	25	150	150	0,5-1,0

Производственный цикл получения пластиков на указанном выше предприятии для плит толщиной 15 мм составит 195 минут, за счет уменьшения времени прессования с 5 до 2 мин/мм он составит 150 минут, т.е. сократится в 1,3 раза. В связи с этим уменьшится себестоимость изготовления ДСП на 106,8 руб./т. При выпуске ДСП 1000 т/год экономический эффект составит 106,8 тыс. рублей.

Годовая экономия от снижения себестоимости продукции, получаемой по интенсифицированным режимам, приведена в табл. 4.

Таблица 4

Режимы	Время прессования, мин/мм толщины готового пластика	Цикл прессования, МЧН	Увеличение производства ДСП по интенсифицированным режимам, т	Годовая экономия на 1000 т, ДСП тыс. руб.
I	5,0	195	0	0
II	2,0	150	154	106,8
III	1,0	135	244	118,0
IV	0,5	127	290	125,2

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

На основании аналитического обзора, теоретических предположений и экспериментальных исследований, проведенных в лабораторных и производственных условиях:

1. Доказана техническая возможность и экономическая целесообразность производства древесных слоистых пластиков на базе переработки ольховой и осиновой древесины.

2. Определена количественная зависимость содержания синтетической смолы в ольховом и осиновом шпоне от времени его пропитки, при этом установлено, что ольховый и осиновый шпон значительно быстрее пропитывается смолой, чем шпон из березовой древесины. В процессе этих исследований установлены режимы пропитки шпона из ольховой и осиновой древесины синтетическими смолами.

3. Установлено влияние технологических факторов (порода древесины, толщина шпона, влажность, летучие, содержание связующих, давление прессования, температура плит пресса в момент прессования, продолжительность прессования), на физико-механические свойства ДСП из натурального ольхового и осинового шпона и установлены закономерности этого влияния и режимы производства ДСП из натурального ольхового и осинового шпона, табл. 3.

4. Интенсифицирован процесс прессования ДСП из предварительно обработанного ольхового и осинового шпона 1% раствором медного купороса и рекомендуются режимы с пониженным давлением и выдержкой, табл. 3.

5. Введение в фенолформальдегидную смолу СБС-I уротропина в количестве 0,5 и 1,0% позволило снизить время прессования с 4-5 до 0,5-1,0 мин. на мм толщины готового пластика, табл. 3.

6. Получены математические модели зависимости предела прочности ДСП при статическом изгибе от изучаемых факторов, уравнения 12.

7. Выведенные уравнения (7,9-II), позволяющие рассчитать степень прессования ДСП при сохранении в них любой требуемой пористости и плотности, определить необходимое количество листов шпона в паке и получать пластины с заданными свойствами.

8. Построенная номограмма, позволяющая определить степень прессования при получении ДСП заданной толщины с анализом влияния изучаемых технологических факторов, не производя сложного расчета.

9. Частичная проверка результатов лабораторных исследований в промышленных условиях подтвердила возможность производства ДСП из

натурального ольхового и осинового шпона.

10. Результаты лабораторных исследований и полученные на их основе выводы проверены частично в производственных условиях, и получено их полное подтверждение.

11. На способ получения ДСП из ольхового и осинового шпона получено авторское свидетельство № 365275.

12. Применение более дешевых и менее дефицитных пород древесины и интенсификация процесса прессования ДСП позволит получить экономический эффект показанный в табл.4.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНО В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

1. О возможности производства ДСП из ольхового и осинового шпона. Сборник "Материалы научно-технической конференции по итогам научных работ 1969 года", БТИ им.С.М.Кирова. Минск, 1970 (в соавторстве с А.Н.Мининым).

2. Влияние толщины березового, осинового и ольхового шпона на физико-механические свойства древесных слоистых пластиков. Сборник "Механическая технология древесины", издательство "Высшая школа", Минск, 1972 (в соавторстве с Н.С.Войтко).

3. О влиянии технологических факторов на электрические свойства древесных слоистых пластиков из ольхового и осинового шпона. Сборник "Механическая технология древесины". Издательство "Высшая школа", Минск, 1973 (в соавторстве с А.Н.Мининым и В.М.Спиридоновым).

4. Способ получения древесных слоистых пластиков. Авторское свидетельство № 365275, Официальный бюллетень Комитета по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР. Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки. №6, М., 1973.

5. Исследование влияния связующего и пьезотермической обработки на химический состав березового, ольхового и осинового шпона и физико-механические свойства ДСП. Сборник "Механическая технология древесины". Издательство "Высшая школа", Минск, 1974 (в соавторстве с А.К.Соколовой)

6. Техничко-экономическая эффективность использования ольхи и осины в производстве ДСП. Сборник "Рациональное и комплексное использование древесины в деревообрабатывающей промышленности". Материалы всесоюзной научной конференции, Минск, 1974.

7. Влияние уротропина на время прессования и физико-механические свойства древесно-слоистых пластиков из ольхового шпона. Сборник "Механическая технология древесины". Издательство "Высшая школа", Минск, 1975 (в соавторстве с А.К.Соколовой).

8. Расчет степени прессования древесных слоистых пластиков. Журнал "Плиты и фанера", реферативная информация, ВНИПИЭМлеспром, № 4, М., 1975 (в соавторстве с А.Н.Мининым и С.И.Карповичем).

9. Влияние температуры и давления прессования на свойства ДСП из ольхового и осинового шпона. Сборник "Механическая технология древесины". Издательство "Высшая школа", Минск, 1976 (в соавторстве с А.К.Соколовой).

Ат 24556 . Подписано к печати 26.II.76 г. . Формат 60 x 84 I/16
Объем печ.л. 1,0 . Тираж 100 экз. Заказ № 600
Отпечатано на ротопринтере БТИ им. С.М.Кирова., г. Минск,
ул. Свердлова, 13.