

674.05

Б-90

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ БССР

БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ С. М. КИРОВА

На правах рукописи

Ф. В. БУЙВИДОВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСТРУЗИОННЫХ
ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ КАК МАТЕРИАЛА
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕБЕЛИ

Специальность 05.421 "Машины, оборудование
и технология лесопильных и деревообрабаты-
вающих производств"

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

МИНСК, 1969 год

+

674.05

Б-90

Министерство высшего и среднего специального
образования ВССР

Белорусский технологический институт им. С.М.Кирова

На правах рукописи

Ф.В. ВУЙВИДОВИЧ

Пров. 1969 г.

КСХН

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСТРУЗИОННЫХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ
ПЛИТ КАК МАТЕРИАЛА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕБЕЛИ

Специальность 05.421

"Машины, оборудование и технология лесопильных
и деревообрабатывающих производств"

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

г. Минск, 1969 г.

2236ар

Работа выполнена в Белорусском технологическом институте им. С.М.Кирова, Всесоюзном научно-исследовательском институте деревообрабатывающей промышленности (ВНИИДреве) и на Лотраханском лесопильно-мебельном комбинате

Научный руководитель-кандидат технических наук,
доцент Л.А.МАНСЕВИЧ

Официальные оппоненты:
доктор технических наук, профессор А.Л.БЕРШАДСКИЙ
кандидат технических наук Ф.С.МАРТИНОВИЧ

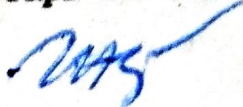
Ведущее предприятие-Гомельский ордена Трудового Красного знамени деревообрабатывающий комбинат

Автореферат разослан "15" Июля 19 69 г.

Защита диссертации состоится "17" декабря 19 69 г.
на заседании Ученого совета Белорусского технологического института им. С.М.Кирова, г.Минск, ул. Свердлова, 13а,
корпус 4, аудитория 220

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
института

Ученый секретарь совета



И.М.ШУХОВ

В В В Д В Н И Е

XXIII съезд КПСС открыл новый этап в борьбе советского народа за создание материально-технической базы коммунизма. Большие задачи поставлены перед работниками мебельной промышленности: полное удовлетворение потребности населения в красивой, удобной, прочной и недорогой мебели современных конструкций с применением прогрессивных материалов на базе новейшей техники и технологии ее производства.

В 1970 г. предусмотрено изготовить мебели на сумму 2,7 млрд. руб., что превысит выпуск мебели в 1965 г. на 42 %. Рост выпуска мебели требует значительного увеличения производства и рационального использования всех необходимых материалов и особенно древесностружечных плит, которые стали самым эффективным заменителем массивной древесины и стелярных плит.

Наряду с древесностружечными плитами плоского прессования для изготовления мебели стали применяться древесностружечные плиты экструзионного прессования. Эти плиты по длине состоят из прослоек, скрепленных между собой только связующим веществом без переплетения древесных частиц; имеют неодинаковую прочность и жесткость вдоль и поперек направления прессования, низкую прочность и большое разбухание по длине. Поэтому в необлицованном виде они не могут использоваться в качестве конструкционного материала для производства мебели.

Экструзионные плиты по структуре и свойствам значительно отличаются от плит плоского прессования и являются сравнительно новым и мало исследованным материалом. Поэтому целью настоящей работы являлось более глубокое изучение этих плит как материала для изготовления мебели и разработка на их основе рациональной конструкции мебельных щитов и узлов, обеспечивающих высокое качество, надежность и экономичность мебели.

Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов и рекомендаций, списка литературы и приложений, включенных на 255 страницах машинописного текста и иллюстрированных 95 рисунками и 59 таблицами.

Г Л А В А 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Технико-экономические показатели производства древесностружечных плит экструзионным способом свидетельствуют о его рентабельности. Выпуск экструзионных плит в нашей стране с каждым годом увеличивается и в 1970 г. достигнет свыше 200 м³ в год. Поэтому весьма актуальным является вопрос наиболее рационального использования этих плит в народном хозяйстве.

В подавляющем большинстве изготавливаются сплошные экструзионные плиты объемным весом от 0,53 до 0,76 г/см³ и толщиной 19 мм, которые получили основное применение в мебельной промышленности. Однако при этом испытываются значительные трудности, вызванные недостаточной изученностью их свойств и конструктивных возможностей, способов и режимов переработки в элементы мебели.

Значительную работу по изучению процесса производства и свойств экструзионных плит провели Г.Е.Бектобеков, А.М.Завражнов, М.З.Святикин, Г.М.Шварцман и др. Однако недостаточно исследованы пределы прочности и модуль упругости при статическом изгибе, способность удерживать шурупы, шероховатость поверхности и коробление экструзионных плит, особенно после их облицовки. Не определен оптимальный режим фанерования этих плит. Почти совсем не изучены вопросы, связанные с разработкой рациональной конструкции мебельных щитов и узлов из экструзионных плит (вид, толщина и число слоев облицовочного материала, способы защиты и упрочнения кромок, виды угловых соединений, прогиб полок, прочность крепления дверок и др.). Не разработаны технические требования к экструзионным плитам, предназначенным для производства мебели. Отсутствие научно обоснованных данных по указанным вопросам значительно затрудняет конструирование и изготовление мебели из этих плит.

Задачами наших исследований являлись следующие вопросы:

1. Определить оптимальный режим фанерования экструзионных плит.

2. Изучить влияние фанерования этих плит на их прочность и модуль упругости при статическом изгибе.
3. Определить способность экструзионных плит удерживать шурупы.
4. Изучить влияние фанерования этих плит на шероховатость их поверхности.
5. Определить прочность узлов коопуонной мебели из экструзионных плит.
6. Изучить коробление мебельных щитов из этих плит.
7. Разработать технические требования к экструзионным плитам, предназначенным для производства мебели.
8. Сделать расчет экономической эффективности применения экструзионных плит для изготовления мебели.
9. Разработать рекомендации по наиболее рациональной конструкции мебельных щитов и узлов из этих плит.

Г Л А В А П

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Для опытов использовались сплошные экструзионные древесностружечные плиты Астраханского ЛМК, изготовленные из смеси стружек и опилок, и Гомельского ФХ, изготовленные только из стружек, объемным весом от 0,5 до 0,8 г/см³, толщиной 19 мм и влажностью 8-9 %. Плиты фанеровались с двух сторон одним слоем березового лущеного шпона толщиной от 0,95 до 2,0 мм или букового строганого шпона толщиной от 0,6 до 1,2 мм; а также в два слоя: подслоем из березового лущеного шпона толщиной 1,15 мм и лицевым слоем из букового строганого шпона толщиной 0,8 мм. Влажность шпона составляла 6-7 %.

Фанерование плит производилось в специальной установке, основу которой составляли: лабораторный гидравлический пресс марки ВН 0916 с электронагревом плит и точным регулятором давления, автоматический электронный потенциометр марки ЭПВА2-11А для регулировки температуры нагрева плит. Использовался карбамидный клей на основе смолы

№ 19-63 концентрации 63-65 %.

Проведенный нами теоретический анализ параметров режима фанерования древесных материалов позволил выбрать в качестве переменных факторов для определения оптимального режима фанерования экструзионных плит следующие: вязкость клея от 30 до 300 сек. по ВЗ-4; расход клея от 50 до 500 г/м²; продолжительность пропитки клея от 2 до 30 мин.; удельное давление запрессовки от 3 до 20 кг/см²; температура плит пресса от 100 до 160°C; время выдержки под давлением от 1 до 10 мин. и объемный вес плит от 0,5 до 0,8 г/см³. Плиты фанеровались клеями березового лущеного шпона толщиной 1,15 мм. Критерием прочности приклеивания шпона к экструзионной плите был принят предел прочности при скалывании образцов в сухом виде по клеевому слою. Подготовка и испытание образцов, подсчет результатов испытаний производились согласно ГОСТ 9626-61.

Предел прочности и модуль упругости экструзионных плит при статическом изгибе определялись в зависимости от объемного веса и направления прессования (вдоль и поперек), вида, толщины и числа слоев облицовочного шпона. Подготовка и испытание образцов, подсчет результатов испытаний производились согласно ГОСТ 10635-63.

Способность экструзионных плит удерживать шурупы исследовалась в зависимости от их объемного веса и направления заворачивания шурупов, диаметра шурупов (от 2,5 до 5,0 мм), глубины заворачивания их в плиты (от 5 до 20 мм), числа заворачиваний шурупов в одно и то же отверстие плит (до 8 раз) и способа внедрения их в плиты (завертывание или забивка), марки нарезной части шурупов карбамидным клеем холодного отверждения М-70 и фанерования пласти плит. Использовались шурупы с потайной головкой (ГОСТ 1145-60), как наиболее распространенные в мебельном производстве. Подготовка и испытание образцов, подсчет результатов испытаний производились согласно рекомендациям ГОСТ 10697-63.

Шероховатость поверхности экструзионных плит определялась в зависимости от их объемного веса и типа древесных частиц, из которых

они изготовлены; от вида, толщины и числа слоев облицовочного шпона. Шероховатость поверхности необлицованных плит измерялась прибором ТСП-4, а фанерованных-после чистового шлифования-двойным микроскопом ММС-11 согласно ГОСТ 7016-68.

Исследовались наиболее распространенные в мебельном производстве угловые соединения впритык прямой кромкой: неразборные-на клею, на рейке с клеем, на шкантах с клеем и разборные-на врезной винтовой стяжке ОН-14-65. Сравнивалась прочность угловых соединений фанерованных экструзионных плит объемным весом $0,63 \text{ г/см}^3$ с аналогичными соединениями трехслойных плит плоского прессования объемным весом $0,62 \text{ г/см}^3$ и столярных плит. Для склеивания неразборных соединений применялся карбамидный клей холодного отверждения М-70 концентрации 65%. Образцы угловых соединений (рис. 1) после выдержки в течение 3 суток испытывались на сжатие (рис. 2). Критерием прочности угловых соединений была принята разрушающая их нагрузка в кг.

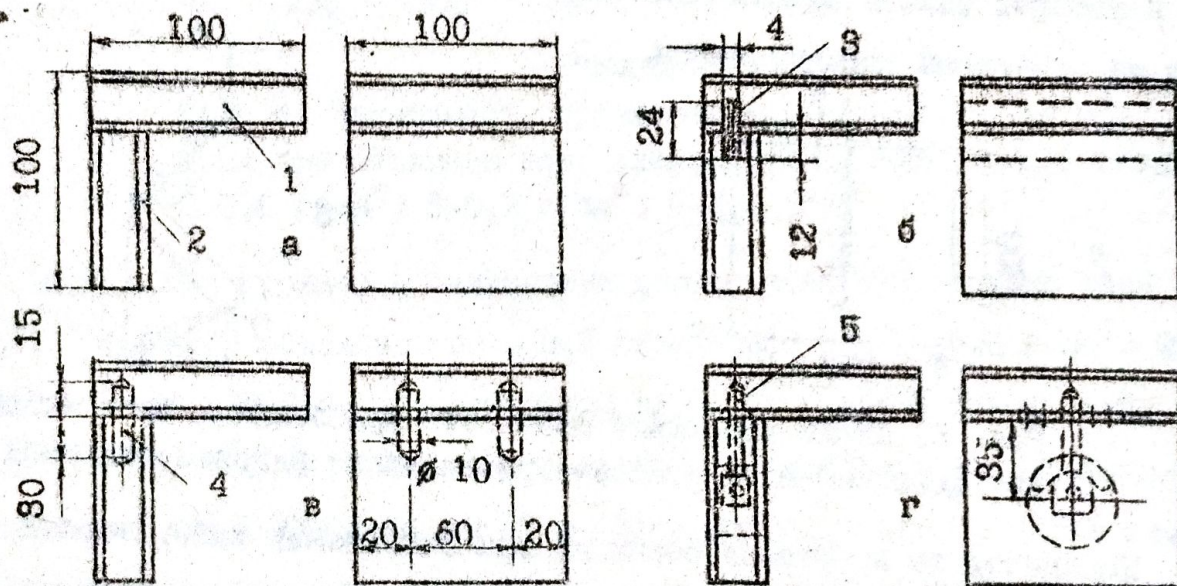


Рис. 1. Изучаемые угловые соединения: а-на клею; б-на рейке с клеем; в-на шкантах с клеем; г-на стяжке; 1-плита; 2-шпон; 3-рейка; 4-шканты; 5-стяжка

Прочность и прогиб полок мебели при статическом изгибе изучались в зависимости от величины эксплуатационных нагрузок (от $0,006$ до $0,016 \text{ кг/см}^2$), длины полок (от 400 до 1200 мм), толщины и числа

слоев облицовочного шпона. Полки изготавливались из сплошных экструзионных плит объемным весом $0,6 \text{ г/см}^3$ и толщиной 19 мм. Максимальные прогибы определялись на специальной установке с точностью до 0,1 мм



Рис. 2. Схема испытания угловых соединений

Прочность крепления дверок мебели определялась при действии на них вертикальных и горизонтальных нагрузок (рис. 3). Образцы углов изготавливались из фанерованных экструзионных плит и трехслойных плит плоского прессования объемным весом $0,65 \text{ г/см}^3$. Соединение углов производилось рояльной петлей на шурупах размерами $2,5 \times 16$ и $3,0 \times 25$ мм. Длина образцов (соответственно длина петли) составляла 300 мм. В некоторых опытах кромки плит упрочнялись вклеиванием в шпунт рейки из древесины хвойных пород.

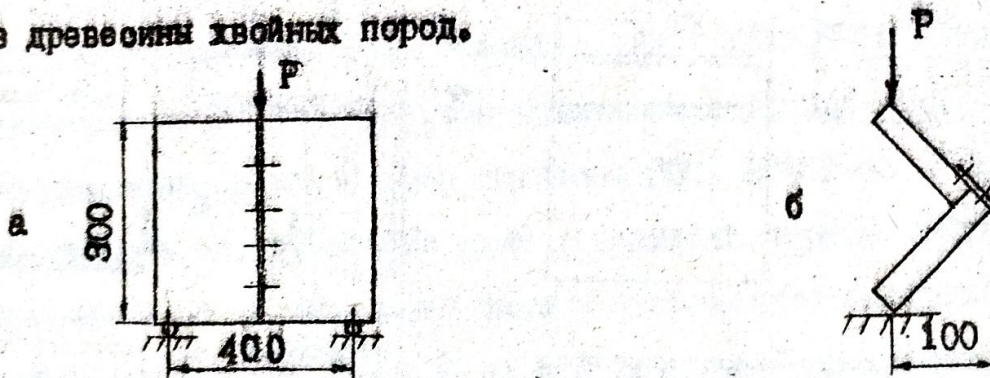


Рис. 3. Схемы испытания прочности крепления дверок мебели при действии нагрузок: а-вертикальных; б-горизонтальных

Механические испытания образцов при выполнении лабораторных опытов производились на машинах ДИ-1 и УМ-5 с применением специальных приспособлений. Результаты опытов обрабатывались методом вариационной статистики, большинство кривых выравнивалось по способу наименьших квадратов с оценкой достоверности теоретических уравнений опытными данными. Результаты исследований представлены таблицами, графиками, уравнениями связей и описанием.

Г Л А В А III

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

1. Режим фанерования экструзионных плит

Экструзионные плиты, как довольно шероховатый и пористый материал, требуют при фанеровании большого расхода клея и высокой его вязкости. С увеличением объемного веса этих плит уменьшается шероховатость и пористость их поверхности, поэтому расход клея снижается, а прочность склеивания несколько возрастает (рис. 4).

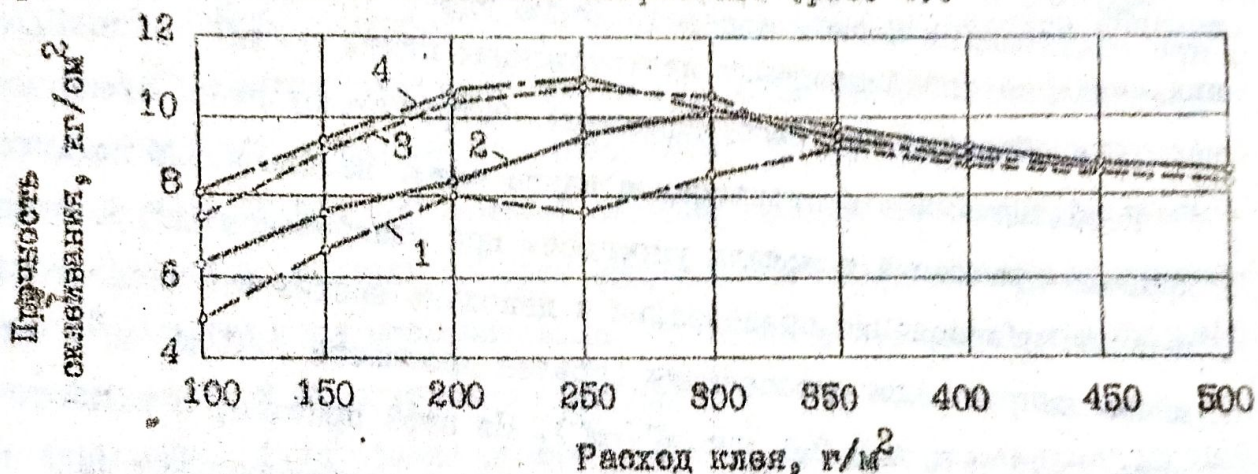


Рис. 4. Зависимость прочности склеивания от расхода клея при объемном весе экструзионных плит: 1-0,5 г/см³; 2-0,6 г/см³; 3-0,7 г/см³; 4-0,8 г/см³

Наибольшая прочность склеивания достигается при расходе клея 350 г/м² для плит объемным весом 0,5 г/см³; 300 г/м² - 0,6 г/см³; 250 г/м² - 0,7 и 0,8 г/см³. Остальные параметры режима фанерования спелых экструзионных плит имеют следующие оптимальные значения: вязкость клея 120-240 сек. по ВЗ-4; продолжительность пропитки клея 10-40 мин.; удельное давление запрессовки 8-10 кг/см²; температура плит пресса 120-140°C и время выдержки под давлением 5-6 мин. при температуре плит пресса 120°C и 3-4 мин. при - 140°C. Указанные значения параметров режима фанерования экструзионных плит установлены при использовании карбамидного клея на основе смолы М19-62. Клей готовится добавлением к смоле 1 % (по весу) хлористого аммония.

2. Влияние фанерования экструзионных плит на их прочность и модуль упругости при статическом изгибе

Предел прочности и модуль упругости при статическом изгибе необлицованных экструзионных плит зависят от их объемного веса и направления прессования. С повышением объемного веса плит от 0,5 до 0,8 г/см³ эти показатели увеличиваются по прямолинейной зависимости:

$$\sigma_u^b = 43\gamma - 14 \quad (1);$$

$$E_u^b = 4,2\gamma - 1,3 \quad (3);$$

$$\sigma_u^n = 234\gamma - 61 \quad (2);$$

$$E_u^n = 22,8\gamma - 3,7 \quad (4);$$

где σ_u^b и σ_u^n - предел прочности, E_u^b и E_u^n - модуль упругости при статическом изгибе соответственно вдоль и поперек направления прессования необлицованных экструзионных плит, кг/см² и тыс.кг/см²;

γ - объемный вес необлицованных экструзионных плит, г/см³

Необлицованные экструзионные плиты имеют неодинаковые показатели предела прочности и модуля упругости при статическом изгибе вдоль и поперек направления прессования и довольно низкие эти показатели вдоль направления прессования (предел прочности 7-21 кг/см² и модуль упругости 0,8-2,1 тыс.кг/см²). По этой причине, а также из-за большого разбухания по длине, эти плиты в необлицованном виде непригодны в качестве конструкционного материала для производства мебели.

Фанерование экструзионных плит с двух сторон слоем шпона значительно повышает их предел прочности и модуль упругости при статическом изгибе. Эти показатели фанерованной плиты как конструкции зависят от объемного веса и направления прессования необлицованной плиты, от вида и толщины шпона. С увеличением объемного веса плит и толщины шпона они повышаются по прямолинейной зависимости:

а) при изменении объемного веса плит от 0,5 до 0,8 г/см³ и фанеровании их березовым лущеным шпоном толщиной 1,15 мм:

$$\sigma_u^b = 100\gamma + 27 \quad (5);$$

$$E_u^b = 7\gamma + 26,7 \quad (7);$$

$$\sigma_u^n = 218\gamma - 25 \quad (6);$$

$$E_u^n = 20,2\gamma + 0,2 \quad (8);$$

б) при объемном весе плит 0,6 г/см³ и фанеровании их березовым лущеным шпоном толщиной от 0,95 до 2,0 мм:

$$\sigma_u^o = 112\delta + 144 \quad (9); \quad E_u^o = 16,4\delta + 11,6 \quad (10);$$

$$\sigma_u^n = 63\delta + 35 \quad (11); \quad E_u^n = 9,6\delta + 1,4 \quad (12);$$

в) при объемном весе плит $0,6 \text{ г/см}^3$ и фанеровании их буквым отогнанным шпоном толщиной от $0,6$ до $1,0$ мм;

$$\sigma_u^o = 132\delta + 139 \quad (13); \quad E_u^o = 21,5\delta + 8,3 \quad (15);$$

$$\sigma_u^n = 82\delta + 38 \quad (14); \quad E_u^n = 9,3\delta + 4,8 \quad (16);$$

где δ - толщина шпона, мм.

Особенно резко (примерно в 27 раз) повышаются показатели предела прочности и модуля упругости при статическом изгибе вдоль направления прессования экструзионных плит после их однослойного фанерования и в этом случае они в малой степени зависят от объемного веса плит. Эти же показатели поперек направления прессования экструзионных плит повышаются незначительно (примерно в 1,3 раза) и в большой степени зависят от объемного веса плит.

Однослойное фанерование экструзионных плит хотя и повышает их предел прочности и модуль упругости при статическом изгибе, но не устраняет различия по величине этих показателей вдоль и поперек направления прессования. Причем, необлицованные плиты имеют меньшую величину этих показателей вдоль направления прессования (примерно в 6 раз), а фанерованные - поперек направления прессования (примерно в 2,4 раза). Фанерование экструзионных плит с двух сторон двумя слоями шпона еще более значительно повышает показатели предела прочности (до 341 кг/см^2) и модуля упругости (до $39,2 \text{ тно.кг/см}^2$) при статическом изгибе и делает их примерно одинаковыми по величине как вдоль, так и поперек направления прессования. Однако в этом случае резко увеличивается расход шпона, значительно повышается трудоемкость фанерования и удорожаются изделия из таких плит. Поэтому более целесообразным является использование экструзионных плит для производства мебели при их однослойном фанеровании.

3. Способность экструзионных плит удерживать шурупы

Удельное сопротивление выдергиванию шурупов, завернутых в экструзионные плиты, зависит от объемного веса плит и направления заворачивания в них шурупов, диаметра шурупов и глубины заворачивания их в плиты, числа заворачиваний шурупов в одно и то же отверстие плит и способа внедрения их в плиты (заворачивание или забивка), смазки нарезной части шурупов клеем и фанерования пласти плит.

При увеличении объемного веса плит от 0,5 до 0,8 г/см³ удельное сопротивление выдергиванию шурупов повышается по прямолинейной зависимости от 8,3 до 12,4 кг/мм:

$$\sigma_{yy}^{np} = 22,7 \gamma - 6,1 \quad (17);$$

$$\sigma_{yy}^{пл} = 22,3 \gamma - 7 \quad (18);$$

$$\sigma_{yy}^{пр} = 23,4 \gamma - 8,4 \quad (19);$$

где σ_{yy}^{np} , $\sigma_{yy}^{пл}$ и $\sigma_{yy}^{пр}$ - соответственно удельное сопротивление выдергиванию шурупов, завернутых в поперечную кромку, плоть и продольную кромку экструзионных плит, кг/мм.

Наиболее прочно удерживаются шурупы в поперечной кромке (до 12,4 кг/мм) и слабее всего - в продольной кромке (до 10,7 кг/мм) экструзионных плит. С увеличением диаметра шурупов от 2,5 до 5,0 мм или глубины их заворачивания в плиты от 5 до 20 мм удельное сопротивление выдергиванию шурупов повышается также по прямолинейной зависимости:

а) при изменении диаметра шурупов:

$$\sigma_{yy}^{np} = 1,3 d + 2,5 \quad (20);$$

$$\sigma_{yy}^{пл} = 1,2 d + 1,7 \quad (21);$$

$$\sigma_{yy}^{пр} = 1,2 d + 0,9 \quad (22);$$

б) при изменении глубины заворачивания шурупов в плиты:

$$\sigma_{yy}^{np} = 0,1 l + 5,3 \quad (23);$$

$$\sigma_{yy}^{пл} = 0,1 l + 4,7 \quad (24);$$

$$\sigma_{\text{ш}}^{\text{н}} = 0,1l + 4,8 \quad (25);$$

где d - диаметр шурупов, мм;

l - глубина заворачивания шурупов в плиты, мм.

При многократном заворачивании шурупов в одно и то же отверстие экструзионных плит (до 8 раз) удельное сопротивление выдергиванию их уменьшается по прямолинейной зависимости в такой степени (не более чем в 1,2 раза):

$$\sigma_{\text{ш}}^{\text{нн}} = - 0,2n + 7,7 \quad (26);$$

$$\sigma_{\text{ш}}^{\text{пн}} = - 0,2n + 6,8 \quad (27);$$

$$\sigma_{\text{ш}}^{\text{рн}} = - 0,2n + 6,1 \quad (28);$$

где n - число заворачиваний шурупов в одно и то же отверстие экструзионных плит.

Таким образом, экструзионные плиты можно применять для изготовления разборных конструкций мебели на шурупах.

Смазка нарезной части шурупов перед их заворачиванием карбамидным клеем холодного отверждения М-70 повышает удельное сопротивление выдергиванию их в 1,2 раза. Забивка шурупов в экструзионные плиты уменьшает удельное сопротивление выдергиванию их в 1,6 раза. Однослойное фанерование этих плит повышает удельное сопротивление выдергиванию шурупов в 1,2 раза, а двухслойное - в 1,4 раза.

4. Влияние фанерования экструзионных плит на шероховатость их поверхности

Шероховатость поверхности необлицованных экструзионных плит зависит от их объемного веса и типа древесных частиц, из которых они изготовлены, а фанерованных - кроме того - от вида, толщины и числа слоев шпона. С увеличением объемного веса плит от 0,5 до 0,8 г/см³ шероховатость их поверхности уменьшается - высота неровностей H_{max} уменьшается от 787 до 384 мк по следующей зависимости:

а) для плит Астраханского ЛМК, изготовленных из смеси стружек и опилок:

$$H_{\text{max}} = 595\gamma^2 - 2684,5\gamma + 1849,5 \quad (29);$$

б) для плит Гомельского ФСК, изготовленных только из стружек:

$$H_{max} = 680\gamma^2 - 2998\gamma + 2116 \quad (30);$$

где H_{max} - высота неровностей, мк.

Экструзионные плиты, изготовленные из омеов стружек и опилок, имеют меньшую шероховатость поверхности ($H_{max} = 384-681$ мк), чем экструзионные плиты, изготовленные только из стружек ($H_{max} = 441-787$ мк). При увеличении толщины шпона от 0,6 до 1,5 мм шероховатость поверхности фанерованных экструзионных плит после чистового шлифования уменьшается - высота неровностей уменьшается от 38 до 19 мк. Зависимость шероховатости поверхности фанерованных экструзионных плит после чистового шлифования от их объемного веса и толщины шпона выражается уравнениями:

1) При изменении объемного веса плит от 0,5 до 0,8 г/см³ и фанеровании их буковым строганым шпоном толщиной 0,8 мм:

а) для плит Астраханского ЛМК:

$$H_{max} = 15\gamma^2 - 86,5\gamma + 65,5 \quad (31);$$

б) для плит Гомельского ФСК:

$$H_{max} = 20\gamma^2 - 104,2\gamma + 77,1 \quad (32);$$

2) При объемном весе плит 0,6 г/см³ и фанеровании их буковым строганым шпоном толщиной от 0,6 до 1,2 мм:

а) для плит Астраханского ЛМК:

$$H_{max} = 66,66\delta^2 - 184,66\delta + 144,06 \quad (33);$$

б) для плит Гомельского ФСК:

$$H_{max} = 66,66\delta^2 - 196,66\delta + 163,26 \quad (34);$$

3) При объемном весе плит 0,6 г/см³ и фанеровании их березовым лушеным шпоном:

а) для плит Астраханского ЛМК:

$$H_{max} = 75\delta^2 - 160\delta + 100 \quad (35);$$

б) для плит Гомельского ФСК:

$$P_{max} = 112,5d^2 - 232,5d + 137 \quad (36).$$

Экструзионные плиты при фанеровании буковым строганым шпоном и прочих равных условиях имеют меньшую шероховатость поверхности, чем при фанеровании их березовым лущеным шпоном. Наименьшая шероховатость поверхности достигается после фанерования экструзионных плит двумя слоями шпона: березовым лущеным и буквым строганым. В этом случае шероховатость поверхности плит после чистового шлифования не превышает 12 мк.

5. Прочность угловых соединений

Наибольшую прочность имеют угловые соединения фанерованных экструзионных плит впритык на шкантах с клеем, а наименьшую - на клею и на рейке с клеем, расположенной поперек направления прессования этих плит. Прочность угловых соединений на рейке с клеем, расположенной вдоль направления прессования экструзионных плит, на шкантах с клеем и на врезной винтовой стяжке примерно равна прочности аналогичных соединений плит плоского прессования.

Прочность угловых соединений экструзионных плит впритык на клею примерно в 1,3 раза ниже прочности таких же соединений плит плоского прессования. Увеличение толщины шпона при однослойном фанеровании экструзионных плит повышает прочность их угловых соединений, но незначительно. Прочность угловых соединений на рейке с клеем, на шкантах с клеем и на стяжке при двухслойном фанеровании экструзионных плит примерно в 1,3 раза выше, чем при их однослойном фанеровании. Прочность угловых соединений поперечными кромками во всех случаях выше прочности аналогичных соединений продольными кромками экструзионных плит.

6. Прочность и прогиб полок мебели

Экспериментальные исследования подтвердили возможность использования с некоторым приближением формул теории сопротивления материалов для расчета прочности и прогиба полок мебели из фанерованных

экструзионных плит при их статическом изгибе. При этом полка может рассматриваться как сплошное анизотропное тело в виде пластины, свободно лежащей на двух опорах и нагруженной равномерно распределенной нагрузкой.

Теоретические расчеты и экспериментальные исследования прочности и прогиба полок мебели показали, что решающим показателем для определения конструкции полок из экструзионных плит является величина их прогиба, которую можно определить по формуле:

$$f = \frac{5ql^4}{384 E J},$$

где f - стрела прогиба полки, см;
 q - удельная нагрузка на полку, кг/см²;
 b - ширина полки, см;
 l - длина полки, см;
 E - модуль упругости материала полки (фанерованной экструзионной плиты), кг/см²;
 J - момент инерции сечения полки, см⁴; $J = \frac{bh^3}{12}$.

Тогда
$$f = \frac{5ql^4}{384 bh^3 E} = \frac{5ql^4}{32 h^3 E}.$$

Отношение прогиба полки, длина которой располагается поперек направления прессования экструзионных плит - f_n , к прогибу полки, длина которой располагается вдоль направления прессования этих плит - f_b , равно:

$$\frac{f_n}{f_b} = \frac{5ql^4}{384 E_u^n J} \frac{384 E_u^b J}{5ql^4} = \frac{E_u^b}{E_u^n},$$

где E_u^b и E_u^n - соответственно модуль упругости при статическом изгибе вдоль и поперек направления прессования фанерованных экструзионных плит, кг/см².

По результатам проведенных нами исследований (глава III) это отношение в среднем равно:

$$\frac{f_n}{f_b} = \frac{E_u^b}{E_u^n} = 2,4; \text{ т.е. } f_n = 2,4 f_b.$$

Для полок мебели допустимым можно считать прогиб величиной не более 3 мм на 1 м их длины. Расчеты и экспериментальные исследования показали, что в большинстве случаев полки, длина которых располагается поперек направления прессования фанерованных одним слоем шпона экструзионных плит, имеют величину прогиба больше допустимой нормы. Поэтому полки и другие нагружаемые элементы мебели необходимо конструировать так, чтобы их длина располагалась вдоль направления прессования фанерованных экструзионных плит. Толщина и число слоев шпона для фанерования полок мебели из этих плит зависят от величины нагрузок на полки (т.е. от их назначения) и их длины. Наиболее нагружаемые полки для книг можно фанеровать одним слоем шпона толщиной: не менее 0,8 мм при длине полок до 400 мм; не менее 1,0 мм при длине полок до 600 мм и не менее 1,5 мм при длине полок до 800 мм. При большей длине таких полок их следует готовить из других, более жестких материалов (столярных плит, клееной фанеры и т.п.).

7. Прочность крепления дверей мебели

Проведены теоретические исследования прочности крепления дверей мебели, выявлены возможные нагрузки на дверки и возникающие при этом напряжения в материале и узлах. Экспериментальные исследования подтвердили в основном теоретические данные. В процессе эксплуатации мебельных изделий наиболее опасными являются напряжения, возникающие в узлах крепления дверок со стенками от горизонтальных нагрузок или махового момента при открывании дверок за допустимый угол. В этом случае разрушение узлов происходит из-за выворачивания шурупов, сминающих плиту перпендикулярно пласти. Кроме того, появляются местные вырывы и расслоение плиты (плоского прессования). Большую прочность крепления (примерно в 1,2 раза) имеют дверки из плит плоского прессования, чем из плит экструзионного прессования.

При действии на дверки вертикальных нагрузок разрушение узлов происходит из-за выдергивания шурупов, завернутых в кромку плит. Наибольшую нагрузку воспринимает на себя верхний крайний шуруп.

В этом случае бо́льшую прочность крепления (примерно в 1,3 раза) имеют дверки из плит экструзионного прессования, чем из плит плоского прессования.

При использовании шурупов одинаковых размеров для заворачивания в плась и кромку плиты происходит разрушение той детали, где шурупы поставлены в кромку. При постановке в кромку детали шурупов большего размера (8,0x25 мм вместо 2,5x16 мм) разрушение происходит той же детали, но разрушающая нагрузка становится выше.

Упрочнение кромок древесностружечных плит рейкой (вклеенной в шпунт) из древесины хвойных пород повышает прочность крепления дверок примерно в 1,5 раза. Однако рейку целесообразно ставить только в ту кромку, в которую должны заворачиваться шурупы для крепления петель. В этом случае прочность крепления дверок как из трехслойных плит плоского прессования, так и плит экструзионного прессования становится почти одинаковой.

Г Л А В А 1У

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

1. Общие методические положения

Исследования проводились на Астраханском ЛМК. Сплошные экструзионные плиты объемным весом 0,62-0,64 г/см³, толщиной 19 мм и влажностью 8-9 % фанеровались в прессе типа П713-Б при использовании карбамидного клея на основе смолы М19-62 концентрации 63-65 %. При этом применялся разработанный нами в лабораторных условиях оптимальный режим фанерования этих плит. Результаты испытаний обрабатывались методом вариационной статистики.

2. Проверка режима фанерования экструзионных плит в производственных условиях

Заготовки для деталей серванта фанеровались слоем березового дубового шпона толщиной 1,5 мм и влажностью 6 % при использовании клея

вязкостью 60, 90, 120 и 140 сек. по ВЗ-4. Через 3 суток брались отдельные щиты и раскраивались на образцы для определения прочности склеивания шпона с экструзионной плитой. Подготовка и испытание образцов, вычисление и обработка результатов испытаний производились так же, как и при исследовании режима фанерования этих плит в лабораторных условиях (глава II).

Производственная проверка подтвердила результаты лабораторных исследований. Самая низкая прочность склеивания шпона с плитой (7,7 - 8,4 кг/см²) получена при использовании клея вязкостью 60 сек. С повышением вязкости клея до 140 сек. прочность склеивания значительно увеличивается и достигает 11,6-12,2 кг/см². При вязкости клея 120 сек. получена почти одинаковая прочность склеивания как в лабораторных (10,1-11,4 кг/см²), так и производственных условиях (10,4 - 11,8 кг/см²).

Производственная проверка подтвердила нецелесообразность применения для фанерования экструзионных плит клея вязкостью менее 120 сек. В этом случае прочность склеивания составляет менее 10 кг/см², что не отвечает требованиям мебельной промышленности.

Разработанный нами в лабораторных условиях оптимальный режим фанерования сплошных экструзионных плит при использовании клея М19-62 можно применять для фанерования этих плит в производственных условиях мебельных предприятий.

3. Коробление мебельных щитов из экструзионных плит

Изучалось коробление мебельных щитов из экструзионных плит в зависимости от некоторых конструктивных и технологических факторов для выявления соответствия этих щитов по величине коробления требованиям мебельной промышленности. Использовались щиты сервантов и шкафов длиной 530-1550 мм и шириной 335-550 мм. Поверочной линейкой с установленным на ней индикатором измерялась в мм с точностью до 0,01 наибольшая стрела прогиба по диагонали щитов.

2235ap

Сначала определялось коробление заготовок из необлицованных экструзионных плит в зависимости от расположения длины шитов относительно направления прессования этих плит (вдоль и поперек). Затем исследовалось коробление фанерованных шитов в зависимости от следующих факторов: времени выдержки шитов после фанерования и отделки; расхода клея при фанеровании шитов, толщины и числа слоев облицовочного шпона, расположения длины фанерованных шитов относительно направления прессования плит и длины шитов.

Фанерованные шиты отделялись по действующим технологическим режимам лаками горячей полимеризации: с лицевой стороны полиэфирным лаком ПВ-220 (по 1 классу покрытий) и с обратной стороны нитролаком НЦ-218 (по 2 классу покрытий).

Коробление заготовок из необлицованных экструзионных плит зависит от расположения их длины относительно направления прессования. Заготовки, длина которых располагается вдоль направления прессования плит, имеют значительное коробление (до 1,31 мм/м). Причем, это коробление можно считать неустойчивым. Заготовки, длина которых располагается поперек направления прессования плит, имеют меньшее коробление (не более 0,81 мм/м) при условии выдержки плит после изготовления в сухом помещении в плотных стопах на ровных подстопных местах не менее 5 суток.

Фанерование и отделка шитов из экструзионных плит оказывают большое влияние на величину их коробления. При этом, коробление шитов зависит от расхода клея, толщины и числа слоев шпона, расположения длины шитов относительно направления прессования плит, длины шитов, условий и времени выдержки их после фанерования и отделки. При повышении расхода клея от 200 до 500 г/м² или увеличении разности расхода его на противоположных пластиках от 0 до 200 г/м² коробление шитов увеличивается соответственно в 1,5 или 2 раза и достигает 0,9 или 1,18 мм/м. С увеличением толщины шпона от 0,8 до 1,5 мм коробление шитов уменьшается в 1,4 раза. При фанеровании противоположных пластиков шпоном равной толщины коробление шитов увеличивается в 2 раза с

повышением разности толщин шпона в 1,7 раза и достигает 1,16 мм/м. Если лицевая плоть фанеруется строганым шпоном толщиной 0,8 или 1,0 мм, то наименьшее коробление щитов достигается при фанеровании их противоположной плоти лущеным шпоном толщиной соответственно 0,95 или 1,15 мм.

Фанерованные щиты, длина которых располагается вдоль направления прессования экструзионных плит, имеют большее коробление (в 1,3 раза), чем фанерованные щиты, длина которых располагается поперек направления прессования этих плит. При фанеровании щитов из экструзионных плит с двух сторон двумя слоями шпона коробление их уменьшается по сравнению с его величиной при однослойном фанеровании, но незначительно (не более чем в 1,2 раза).

С увеличением длины фанерованных щитов от 0,53 до 1,5 м коробление их увеличивается от 0,34 до 0,87 мм/м, т.е. в 2,6 раза. После отделки фанерованных щитов лакокрасочными материалами коробление их увеличивается в 1,3 раза. Выдержка щитов после фанерования в плотных стопах на ровных подтопных местах, а после отделки на стеллажах, не допускающих прогиба их от собственного веса, способствует уменьшению коробления щитов в среднем в 1,6 раза. Наиболее резко уменьшается коробление через 3-4 суток их выдержки.

При использовании необлицованных экструзионных плит, не имеющих коробления поперек направления прессования более 1,0 мм/м, соблюдении технологических и конструктивных требований фанерования, отделки и выдержки коробление щитов из этих плит не превышает 1,0 мм/м, что отвечает требованиям мебельной промышленности.

Г Л А В А У

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К ЭКСТРУЗИОННЫМ ПЛИТАМ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕБЕЛИ

Анализ результатов проведенных нами исследований с учетом свойств трехслойных древесностружечных плит плоского прессования, применяемых в производстве мебели, требований МРТУ 13-03-01-65 "Мебель быто-

вая", опыта работы мебельных предприятий, рациональности конструкции и экономичности мебельных щитов позволил установить оптимальные показатели физико-механических свойств сплошных экструзионных древесностружечных плит, предназначенных для производства мебели (таблица). Экструзионные плиты отвечают требованиям мебельной промышленности только после их фанерования. Однако показатели свойств фанерованных экструзионных плит зависят от их свойств в необлицованном виде. Поэтому установлены оптимальные показатели свойств как необлицованных, так и фанерованных экструзионных плит.

Мебельные детали и изделия не несут на себе особенно больших нагрузок, а в необходимых случаях (например, для полок, крышек и др.) длину элементов можно располагать в направлении наибольшей прочности и жесткости фанерованных экструзионных плит, т.е. вдоль направления их прессования. Поэтому вполне возможно, а экономически целесообразно, применять для изготовления деталей мебели экструзионные плиты, фанерованные с двух сторон одним слоем шпона.

Г Л А В А У I

ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСТРУЗИОННЫХ ПЛИТ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ

Расчеты показали, что экономический эффект применения сплошных экструзионных древесностружечных плит на 1 м³ мебельных щитов составляет: взамен столярных плит 78 руб. 52 коп. при однослойном фанеровании и 41 руб. 79 коп. при двухслойном фанеровании экструзионных плит; взамен трехслойных древесностружечных плит плоского прессования 49 руб. 31 коп. при однослойном фанеровании и 12 руб. 58 коп. при двухслойном фанеровании экструзионных плит.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ:

1. Определен оптимальный режим фанерования сплошных экструзионных древесностружечных плит при использовании клея М19-62: вязкость клея 120-240 сек. по ВЗ-4;

Таблица

Физико-механические свойства сплошных экструзионных древесно-стружечных плит, предназначенных для производства мебели

Свойства плит	Единица измерения	Величина показателей свойств плит	
		необлицованных	фанерованных
Объемный вес	г/см ³	0,6-0,7	
Влажность	%	8±2	
Равнотолщинность при толщине плит 16 и 19 мм 22 мм	мм	Не более ±0,3 ±0,4	
Шероховатость поверхности (для фанерованных плит после чистового шлифования)	класс по ГОСТ 7016-68	4	9
Предел прочности при статическом изгибе:	кг/см ²	Не менее	
вдоль направления прессования		9	180
поперек направления прессования		70	100
Модуль упругости при статическом изгибе:	тыс. кг/см ²	Не менее	
вдоль направления прессования		1	20
поперек направления прессования		8	10
Разбухание по длине при выдерживании в воде в течение 24 часов	%	Не более 30	15
Разбухание по длине при выдерживании в течение 28 суток при влажности воздуха 100 % и температуре 20 °С	%	Не более 10	5
Удельное сопротивление выдергиванию шурупов при заворачивании их по всем трем направлениям плит	кг/мм	Не менее 6	
Коробление на 1 м длины диагонали (для необлицованных плит только поперек направления прессования)	мм	Не более 1	

расход клея при объемном весе плит:

0,5 г/см³ - 850 г/м²;

0,6 г/см³ - 800 г/м²;

0,7 и 0,8 г/см³ - 250 г/м²;

продолжительность пропитки клея 10-40 мин.;

удельное давление запрессовки 8-10 кг/см²;

температура плит пресса 120-140°С;

время выдержки под давлением при температуре плит пресса:

120°С - 5-6 мин.;

140°С - 3-4 мин.

2. Исследованы показатели предела прочности и модуля упругости при статическом изгибе экструзионных плит в зависимости от их объемного веса и направления прессования, вида, толщины и числа слоев облицовочного шпона.

3. Изучена способность экструзионных плит удерживать шурупы в зависимости от их объемного веса и направления заворачивания шурупов, диаметра шурупов и глубины их заворачивания в плиты, числа заворачиваний шурупов в одно и то же отверстие и способа их внедрения (заворачивание или забивка) в плиты, смазки нарезной части шурупов карбамидным клеем и фанерования пласти плит.

4. Исследована шероховатость поверхности экструзионных плит в зависимости от их объемного веса и типа древесных частиц, из которых они изготовлены; от вида, толщины и числа слоев облицовочного шпона.

5. Определена прочность наиболее распространенных в мебельном производстве угловых соединений деталей из экструзионных плит.

6. Исследованы показатели прочности и прогиба пслок мебели при статическом изгибе в зависимости от величины удельных нагрузок, толщины и числа слоев облицовочного шпона, длины полок и расположения ее относительно направления прессования экструзионных плит.

7. Проведены теоретические исследования прочности крепления деталей мебели, выявлены возникающие при этом нагрузки и напряжения в

материале и узлах, экспериментально определена прочность крепления дверок мебели из экструзионных плит.

8. Изучено коробление мебельных щитов из экструзионных плит в зависимости от расположения длины щитов относительно направления прессования плит, расхода клея при их фанеровании, толщины и числа слоев облицовочного шпона, длины щитов и времени выдержки их после фанерования и отделки.

9. Разработаны технические требования к экструзионным древесно-стружечным плитам, предназначенным для производства мебели (таблица).

10. Доказана экономическая целесообразность использования экструзионных плит в производстве мебели.

11. Разработаны рекомендации по наиболее рациональной конструкции мебельных щитов и узлов из экструзионных плит:

а) целесообразно и возможно поставлять в мебельные цехи экструзионные плиты в необлицованном виде. Раскрой их на заготовки следует производить с учетом направления прессования. Необходимо соблюдать одинаковое направление прессования этих плит во всех соединяемых между собой элементах мебели;

б) полки и другие нагружаемые элементы мебели нужно выкраивать так, чтобы их длина располагалась вдоль направления прессования экструзионных плит. Наиболее нагружаемые полки мебели—полки для книг можно фанеровать одним слоем шпона толщиной: не менее 0,8 мм при длине полок до 400 мм; не менее 1,0 мм при — до 600 мм и не менее 1,5 мм при — до 800 мм. При большей длине таких полок их следует готовить из других, более жестких материалов;

в) для лакированных деталей мебели заготовки можно фанеровать с двух сторон одним слоем строганого шпона толщиной не менее 1,0 мм или лущеного шпона толщиной не менее 1,15 мм. Строганный шпон толщиной 0,8 мм можно применять для однослойного фанерования мебельных деталей, менее ответственных по качеству отделки (например, полки, перегородки и т.п.);

г) для полированных деталей мебели заготовки следует фанеровать одним слоем строганого шпона толщиной не менее 1,2 мм или в два слоя: подслоем из лущеного шпона толщиной не менее 1,15 мм и лицевым слоем из строганого шпона толщиной не менее 0,6 мм;

д) если лицевые кромки деталей мебели должны иметь плоский профиль, то их достаточно фанеровать шпоном толщиной не менее 1,0 мм. Если лицевые кромки деталей должны иметь фигурный профиль (четверти, калевки и т.п.), то их следует упрочнять массивной древесиной или пластмассовыми раскладками. Кромки деталей, в которые должны завертываться шурупы для крепления дверных петель, необходимо упрочнять обкладками или рейками (в шпунт на клею) из массивной древесины;

е) задние кромки деталей мебели можно не упрочнять, а следует промазывать замазкой, состоящей из 85 % карбамидного клея и 15 % древесной муки, для уменьшения влагопоглощения щитов во время эксплуатации изделий. Кромки деталей, примыкающие в готовом изделии всей своей поверхностью к другим деталям (например, невидимые кромки полок, перегородок и т.п.) нет необходимости упрочнять или защищать каким-либо способом;

ж) неразборные угловые соединения мебельных деталей из экструзионных плит лучше выполнять впритык прямой кромкой на шкантах с клеем, а разборные - на врезных винтовых стяжках с планками;

з) задние стенки изделий можно заводить в выбранные на кромках щитов четверти или располагать внахлестку на эти кромки (без выборки в них четвертей) и крепить к ним шурупами;

и) для мебельных изделий из экструзионных плит следует применять накладную фурнитуру, а для навесных дверей - рояльные петли.

На основании проведенных нами исследований, обобщения литературных и производственных данных разработана временная инструкция по применению сплошных экструзионных древесностружечных плит в производстве мебели, рекомендации которой проверены и внедрены на Астраханском лесопильно-мебельном комбинате.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих печатных работах автора:

1. Использование экструзионных древесностружечных плит в производстве мебели. "Мебель", ЦНИИТЭИлесбумдревпрома, № 7, 1967.
2. Способность экструзионных древесностружечных плит удерживать шурупы. "Мебель", ЦНИИТЭИлесбумдревпрома, № 15, 1968.
3. Чистота поверхности экструзионных древесностружечных плит. "Механическая обработка древесины", ЦНИИТЭИлесбумдревпрома, № 14, 1968.
4. Режим фанерования экструзионных древесностружечных плит. ВНИИДрев, сборник трудов, выпуск 2, 1969.
5. Требования к экструзионным древесностружечным плитам, предназначенным для производства мебели. Материалы научно-технической конференции по итогам научных работ 1968 г. Белорусский технологический институт им. С.М.Кирова, 1969.
6. Прогиб полок мебели из экструзионных древесностружечных плит. Материалы научно-технической конференции молодых ученых Белоруссии, 1969.
7. Прочность угловых соединений мебельных деталей из экструзионных древесностружечных плит. (в печати).

Материалы диссертации докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях Белорусского технологического института им. С.М.Кирова в 1968 и 1969 г.г. и на конференции молодых ученых Белоруссии в 1969 г.

Отзывы на автореферат просим присылать по адресу:
г. Минск, ул. Свердлова, 13 а, БТИ им. С.М.Кирова,
Ученому секретарю совета.

ЛТ 17374, Век.301, Тир. 120 экз. 12.XI.69г.отпечатано
на ротаринте БТИ им. С.М.Кирова, г.Минос, Свердловска, 13