

674
С30

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ БССР

БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМ. С. М. КИРОВА

на правах рукописи

СЕМЕНОВ АФАНАСИЙ СЕМЕНОВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА РЕЖИМОВ
ПРЕССОВАНИЯ ОБЪЕМНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОРЫ
ЕЛИ И СОСНЫ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ
В ГЕРМЕТИЧЕСКИХ ПРЕССФОРМАХ

Специальность 05.21.01

“Процессы и технология лесоразработок, лесозаготовок, лесного хозяйства, лесохимических и деревообрабатывающих производств”

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск 1977

138
06
Работа выполнена в Марийском политехническом институте им. М. Горького на кафедре технологии деревообработки.

Научный руководитель, доцент,
кандидат технических наук

В.И. БЫЗОВ

Официальные оппоненты:

профессор
доктор сельскохозяйственных наук

В. Н. ПЕТРИ

профессор,
кандидат технических наук

А. Н. МИНИН

Ведущее предприятие – Марийский целлюлозно-бумажный комбинат

Защита состоится 6 апреля 1977 г. в 11³⁰ часов
на заседании специализированного совета К-497/2 по
присуждению ученой степени кандидата наук в Белорусском
технологическом институте им. С. М. Кирова

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

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
Белорусского технологического института им. С. М. Кирова

Автореферат разослан 22 апреля 1977 г.

Ученый секретарь специализированного
совета, доцент, кандидат технических наук ГРУШЕВСКАЯ Е. А.

674
С30

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ В В Е Д Е Н И Е

За последние годы в СССР и за рубежом уделяют большое внимание расширению использования отходов деревообработки. в частности, коры в качестве вторичного сырья для производства сельскохозяйственных удобрений, строительных материалов, прессованных плит и других изделий. Значительный объем исследовательских работ выполнен в нашей стране рядом ученых: Н. Я. Солечником, В. Н. Петри, А. Н. Мининым, А. Г. Жученко, М. С. Цивиним, и др. *их*

В Марийской АССР имеются значительные объемы коры, которые можно эффективно использовать, однако они из-за отсутствия конкретных рекомендаций вывозятся в отвалы. Разработка режимов и технологии прессования объемных изделий из коры позволит значительно расширить эффективное использование этого сырья.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

4364ар
Решения XXV съезда КПСС, партийные и правительственные постановления нацеливают работников науки на повышение эффективности производственных процессов и максимальное использование всех видов древесных отходов.

Актуальной задачей, наряду с совершенствованием существующих технологических процессов, является изыскание новых путей использования коры для производства объемно-прессованных изделий для одноразового пользования, в частности, пробок для гильз, бумажных рулонов, стаканов для рассады. Марийский целлюлознобумажный комбинат ежегодно на изготовление пробок для гильз бумажных рулонов затрачивает 1300 м³ первосортной хвойной древесины. В то время как от окорки поступающего на предприятие сырья ежегодно образуется 60 тыс. м³ коры. На вывозку ее в отвал комбинатом затрачивается 1 руб. 70 коп. за каждый м³ или 102 тыс. руб. в год. При организации производства пробок и стаканов из коры методом горячего прессования без применения связующих материалов эти затраты полностью ликвидируются и обеспечится дополнительная прибыль до 60 тыс. руб. в год.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель настоящего исследования – разработать режимы и технологию прессования объемных изделий из коры сосны и ели без применения связующих материалов: изделия одноразового пользования типа стаканов для рассады, пробок для рулонов и т. п.

Задача: комплексное изучение процесса объемного прессования коры без связующих материалов в герметической прессформе, исследование возможности изготовления объемных изделий, изучение их свойств, определение областей их рационального применения и апробирование результатов исследования в производственных условиях.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СЫРЬЯ

Значительные резервы сырья для организации производства объемных изделий из коры в Марийской АССР и отсутствие фактических путей использования отходов окорки создают предпосылки для развертывания комплексных исследований, направленных на рациональную утилизацию этих запасов коры в масштабе республики и за ее пределами. До настоящего времени кора на предприятиях республики не используется из-за отсутствия исчерпывающих рекомендаций применительно к специфике хозяйства республики. Поэтому в настоящее время кора в основном вывозится в отвал. При организации производства прессованных объемных изделий непосредственно на целлюлозно-бумажных и деревообрабатывающих предприятиях гарантируется полная обеспеченность этих предприятий дешевым сырьем.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА РАБОТЫ

Теоретическими и экспериментальными исследованиями впервые доказана возможность получения прочных объемных изделий из коры путем горячего прессования в герметических прессформах без применения связующих материалов. Получены ранее не применявшиеся в промышленности объемные изделия из коры различного назначения. Доказана возможность

прессования коры с минеральными удобрениями. Установлена теоретическая зависимость получения объемных изделий графоаналитическим моделированием. Моделирование процесса прессования позволяет расширить сферу возможных форм объемных изделий из коры.

Измельченная древесная кора в процессе горячего прессования рассматривается как дискретное тело, состоящее из отдельных частиц. Эти частицы при первой стадии прессования не связаны между собой. Процесс превращения сыпучей массы в прессованное изделие включает различные состояния структуры. Некоторые частицы не участвуют в передаче внешних нагрузок (первая фаза напряженного состояния массы). При увеличении давления площадь контакта между частицами возрастает и они включаются в работу (воспринимают нагрузку) как одна система (твердое тело). Такое положение характерно для второй фазы напряженного состояния массы.

Дальнейшее повышение давления прессования приводит к резкому повышению напряжений в прессуемой массе. При этом крупинки коры получают большие пластические деформации. Такое состояние массы и есть предел текучести или третья фаза прессования.

Третья фаза наступает при высоких давлениях. Формирование изделий из прессмассы, по-видимому, происходит в начале третьей фазы, т.к. некоторые частицы получают в этот период пластическую деформацию.

Повышение текучести прессуемой массы является одним из основных явлений при прессовании профилированных изделий.

Текучесть тем выше, чем ближе значение коэффициента бокового распора $K=1$, т.е. когда прессматериал ведет себя как идеальная жидкость, подчиняющаяся закону Паскаля.

$$K = \frac{P_6}{P_B}$$

Повысить текучесть материала растительного происхождения можно путем увеличения его влажности (влага действует как смазка).

Увеличение площади боковой поверхности изделия F_6 по отношению к площади прессования F_n обуславливает увели-

чение потерь на трение прессформы и уменьшение коэффициента бокового распора. А в рассматриваемом случае $F_n = 59,7 \text{ см}^2$, $F_d = 290,5 \text{ см}^2$, $\frac{F_d}{F_n} = 4,86$. Опытные данные имеются только для соотношения $0,13 + 1,00$.

Вертикальное давление по высоте прессуемого изделия распределяется неравномерно: максимальное напряжение наблюдается в плоскости пуансона, а минимальное в наиболее удаленной от пуансона - плоскости упора.

По-видимому, $P_6 = P_{max}$ вблизи поверхности пуансона и $P_6 = P_{min}$ около упора.

Когда прессформа имеет простую цилиндрическую форму и упругую область прессования (вторая фаза), боковое напряжение можно подсчитать по формуле Г.И. Геросевича.

Древесная кора спрессовывается в третьей фазе прессования (фаза текучести) также и в конической форме цилиндра прессформы. Оценивая приближенно давление в наиболее удаленных точках (кромки стакана) прессуемого изделия. В первом приближении принят линейный закон боковых давлений и сил трения по высоте изделия.

Распределение усилий на прессование изделия приведено на рисунке 1.

$$\sum (P_i)_y = 0; \quad \sum (P_i)_x = 0;$$

имеем: $-P_1 + P_{1n} + P_2 - (P_1 - P_2) \sin \gamma (F_{1TP} + F_{2TP}) \cdot \cos \gamma F_{TP} = 0$

$$P = P_1 \frac{\pi}{4} (D_H^2 - d^2) = P \frac{\pi}{4} (6^2 - 1) = 27,5 \text{ кгс/см}^2$$

из уравнения $\sum (P_i)_x = 0$;

$$- 27,5 P_{yud} + 18,84 P_{1yud} + 13,35 P_{2yud} - \left(\frac{P_{2yud} + P_{1yud}}{2} \right) 165 -$$

$$- \frac{P_{1yud} + P_{2yud}}{2} 122,4) \cdot K_d \sin \gamma + \left(\frac{P_{2yud} + P_{1yud}}{2} \right) 165 +$$

$$+ \frac{P_{1yud} + P_{2yud}}{2} 122,4) K_d \cos \gamma + 3,14 \frac{P_{2yud} + P_{1yud}}{2} K_d \cdot f = 0.$$

Для ориентировочной оценки принимаем $P_1 = P$, тогда удельное давление на верхней кромке стакана равно

$$P_{2уд} \frac{(124 - 90) P}{55} = 0,62 P$$

Боковое удельное давление внутри верхней кромки стакана равно: $P_{2уд} = K_d P_{2уд} = 0,69 P_{уд} \cdot 0,25 = 0,155 P_{уд}$.

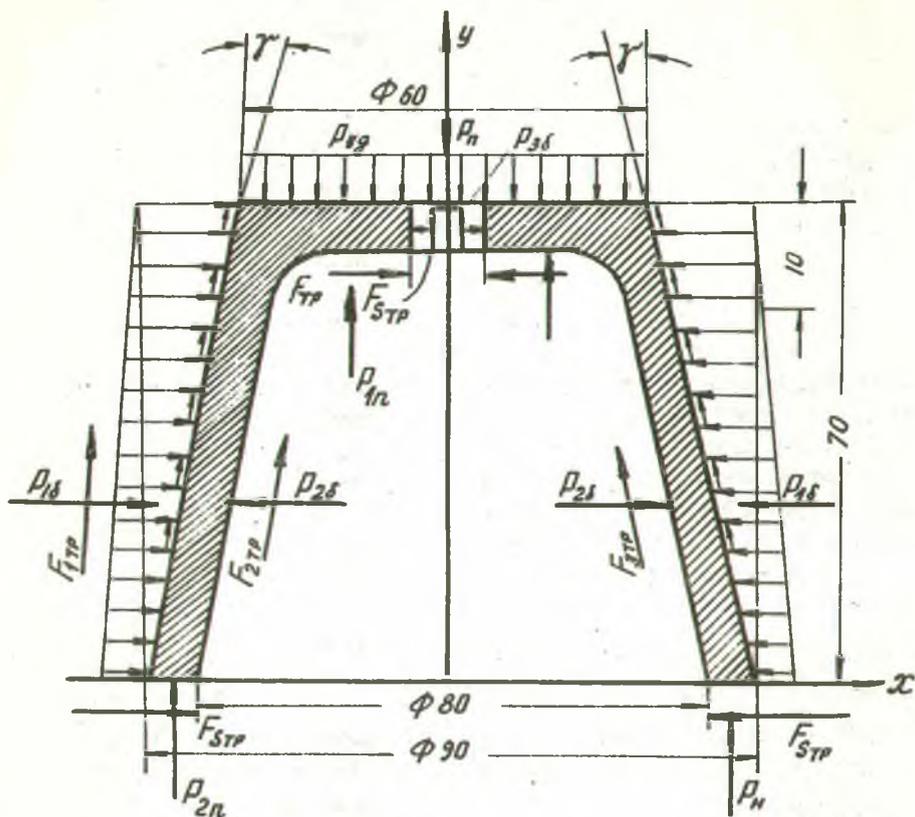


Рис. 1. Схема распределения напряжений в прессформе.

В нашем случае удельное давление прессования $P = 350 \text{ кгс/см}^2$. Удельное давление в самых удаленных точках прессуемого изделия будет $350 \text{ кгс/см}^2 \cdot 0,62 = 210 \text{ кгс/см}^2$.

Этого давления вполне достаточно для образования устойчивой формы, что впоследствии подтверждается опытом. Произведенные расчеты позволяют гипотетически обосновать возможность прессования из коры объемных изделий любой конфигурации.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ

В лабораторных и производственных условиях отработана технология производства изделий, изучена область эффективно-го применения изделий из коры в народном хозяйстве. Разработано техническое задание на проектирование автоматической линии массового изготовления стаканов для рассады. Для производственных испытаний изготовлены опытные партии пробок и стаканов.

В целях проверки эксплуатационных свойств пробок для гильз бумажных рулонов были приготовлены две партии пробок из коры. Первая партия монолитных пробок была испытана в условиях Марбумкомбината. Пробки забивались в гильзы и извлекались по 3 раза для определения их прочности и сопротивляемости ударным нагрузкам. Испытания показали, что после трехразового пользования все пробки сохраняют свою форму.

Вторая партия пробок в количестве 32 штук была установлена в гильзы рулонов, упакована с сопроводительной запиской и отгружена в 7 адресов заводов, потребителей технических сортов бумаги. Испытания показали положительные результаты (со стороны потребителей претензий не было). Это позволило сделать заключение о полном соответствии опытных пробок своему функциональному назначению.

Для получения эксплуатационных свойств стаканов в естественных условиях на Марбумкомбинате произведены исследования по выращиванию цветочных растений в стаканах из сплавной коры, изготовленных весом 150 г с добавлением 5 г суперфосфата. Результаты наблюдений над характером роста растений в открытом грунте без пересадки из стаканов конт-

рольных растений показали, что видимых изменений в характере роста опытуемых растений нет. Стаканы в почве от действия влаги разбухли и частицы коры соединились с почвой. Образованный слой был благоприятен для развития корневой системы. Осенняя перекопка почвы показала, что стаканы полностью разрушаются от влажной среды.

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ

Основные положения диссертационной работы изложены на научно-технической конференции МПИ им. М. Горького по итогам научно-исследовательских работ за 1972-73 гг. в 1975 г., на республиканском семинаре в г. Волжске в 1974 г. по вопросу комплексного использования отходов лесозаготовок и деревообработки.

ПУБЛИКАЦИЯ

Основные положения диссертации освещены в шести опубликованных работах, список которых дан в реферате.

ОБЪЕМ РАБОТЫ

Диссертационная работа изложена на 120 страницах машинописного текста, не считая рисунков, библиографии, приложений.

В диссертации содержится 31 рисунок (фотографии, графики) и 38 таблиц.

Работа содержит введение и 7 глав с выводами.

Список литературы включает 85 источников, в том числе 16 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Состояние вопроса и задачи исследования.

В первой главе диссертации приводится обзор и анализ опубликованных работ о проведенных исследованиях в области получения прессованных изделий из материалов растительного происхождения (без добавления связующих) и в области изучения химических превращений, происходящих в коре и древесине

при совокупном действии тепла, влаги и давления.

Рассмотрены работы П. Н. Хухрянского, А. Н. Минина, В. Н. Петри, Н. Я. Солечника, А. Г. Жученко, Ф. И. Зыкова, Ю. М. Луговых, А. А. Берлина, А. З. Аккерман, И. А. Вахрушева, И. М. Перельгина, Г. С. Гелесоа и других.

Обзор и анализ литературных данных проведен с позиций задач настоящей работы.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование параметров режимов прессования коры без клеевых материалов с целью изучения возможности получения объемных изделий, изучения влияния режимных факторов на качество изделий проведены в лабораторных условиях Марийского политехнического института им. М. Горького, а изучение свойств изделий – в условиях Марбумкомбината (г. Волжск).

Исследования выполнены по методике полного факторного эксперимента. С этой целью была разработана матрица планирования, где в качестве независимых переменных были приняты влажность, температура горячего прессования, продолжительность горячего прессования. Каждый из этих факторов варьировал в 2-х уровнях. Такое планирование позволило представить изучаемый процесс в виде полинома первой степени. Однако для выявления влияния отдельных факторов на физико-механические свойства изделия проведены дополнительные серии опытов.

Цель этих опытов состояла в выявлении граничных значений технологических и режимных параметров:

- определение граничных значений фракции коры;
- определение температуры нагрева прессмассы;
- определение максимальных и минимальных допустимых значений давления прессования.

Для изготовления опытных образцов была изготовлена одноместная герметическая прессформа.

В качестве образцов приняты: пробка для гильз бумажных рулонов и отакан для рассады, предназначенный для высадки в грунт вместе с растением.

Режимы прессования изучались на экспериментальной установке, представляющей собой специально оснащенный гидравлический пресс ПЛ-60. Для регистрации температуры прессова-

ния применен шестиконсоольный автоматический потенциометр КСП-4 с тремя точками замера по высоте прессформы. Температура замерялась термпарой ТХК по ГОСТу 6616-68. Давление устанавливалось с помощью регулятора и фиксировалось электромонометром с точностью - 1 кгс/см².

На все серии опытов была заготовлена одна партия сырья с таким расчетом, чтобы исключить возможность ошибки в исследовании из-за неоднородности фракционного и химического состава.

Для изготовления опытных образцов использован режим прессования, разработанный по результатам исследований.

1. Температура плит пресса, °С	130-190
2. Продолжительность горячего прессования, мин/мм	0,8+1,2
3. Удельное давление прессования, кгс/см ²	350
4. Влажность сырья, %	4+12
5. Промежуточное снятие давления для выпуска газов, сек	5

В качестве переменных в работе приняты следующие факторы:

- температура нагрева прессмассы, °С,
- влажность коры, %,
- продолжительность прессования, мин/мм.

За постоянные факторы приняты:

- давление прессования, кгс/см² - 350,
- масса навески коры, г - 150,
- порода древесной коры - осна, ель,
- форма изделия,
- промежуточное снятие давления для выпуска газов, сек - 5,
- порядок оценки и условия испытаний образцов.

В качестве оценочных показателей эффективности режима прессования приняты косвенные критерии: качество и физико-механические свойства опытных образцов. Качество стаканов оценивалось визуально по правильности геометрических форм, наличию трещин, околос и других дефектов. Физико-механические свойства определялись через 5-10 суток после кондиционирования в комнатных условиях. При этом замерялись следующие физико-механические показатели прессованного мате-

риала:

- плотность, с точностью $\pm 0,1 \text{ г/см}^3$,
- водопоглощение и разбухание по толщине за 20 часов (по ГОСТу 11488-65),
- а также определялся химический состав спрессованного материала.

Количество образцов принято по ГОСТу 11484-65 и рекомендации СЭВ РС 818-76 - не менее 10-20 штук.

Результаты наблюдений и замеров заносились в журнал наблюдений и подвергались статистической обработке. Графические зависимости строились по среднеарифметическим значениям оценочных показателей.

Для оптимизации и описания процессов, происходящих при прессовании измельченной коры в герметических прессформах использован метод математического планирования экспериментов.

Для описания процесса получения образцов принята методика полного факторного эксперимента и дробных реплик от него (ДФЭ 2^{3-1}).

Определялось взаимодействие трех управляемых факторов, являющихся независимыми переменными:

\tilde{x}_1 - температура горячего прессования, °С,

\tilde{x}_2 - влажность исходного сырья, %,

\tilde{x}_3 - продолжительность горячего прессования, мин/мм толщины готового изделия.

Таблица 1

Уровни варьирования факторов

Изучаемые факторы		\tilde{x}_1	\tilde{x}_2	\tilde{y}_3
Основной уровень	0	160	10	1,0
Единица варьирования		10	2	0,2
Верхний уровень	+	170	12	1,2
Нижний уровень	- 1	150	8	0,8

В качестве откликов приняты следующие физико-механические показатели спрессованного изделия:

y_0 - плотность, г/см^3 ,

y_1 - предел прочности при статическом сжатии, кгс/см^2 ,

y_2 - разбухание по толщине за 24 часа, %,

y_3 - водопоглощение за 24 часа, %.

Параметрами оптимизации приняты y_1 и y_2 . Математическая модель выбрана полиномом первой степени.

$$y = \beta_0 x_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3$$

$$\text{Расчетный коэффициент модели регрессии } \beta_i = \frac{\sum_{i=1}^N x_i \cdot y_i}{N};$$

Матрица планирования экспериментов и результаты.

Таблица 2

№ опыта	Факторы			Отклики			
	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	y_3	y_4
1	+	+	+	195	20	43	1,28
2	+	+	-	205	33	35	1,30
3	+	-	+	180	45	65	1,29
4	+	-	-	215	34	45	1,31
Коэффициенты регрессии				147,9	33,0	47	1,02
				1,25	-6,5	-7,75	-0,05
				-11,25	-0,5	0,75	-0,01
				-5,12	6,0	2,25	0
				6,9	2,5	3,21	0,014
			4,1	0,5	0,28	0,0017	

Получены уравнения регрессии

$$\hat{y}_1 = 147,9 + 1,25 x_1 + 11,25 x_2 - 5,12 x_3;$$

$$\hat{y}_2 = 33,0 - 6,5 x_1 - 0,5 x_2 + 6,0 x_3;$$

$$\hat{y}_3 = 47,0 - 7,75 x_1 - 0,01 x_2 + x_3;$$

Задачей исследования является нахождение условий получения прочных изделий по откликам (y_1), поскольку влажность имеет наибольшее влияние на прочность материала (наибольший коэффициент регрессии $\beta_2 = -11,25$).

Исследования, проводимые методом математического планирования, подтвердили результаты опытов:

1. Наибольшее влияние на прочность оказывает влажность сырья. Для повышения прочности изделия необходимо:

- влажность прессматериала уменьшить,
- температуру горячего прессования понизить,
- продолжительность прессования увеличить.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате исследования получены экспериментальные зависимости, отражающие влияние на физико-механические свойства спрессованного изделия: влажности, удельного давления сжатия, размеры частиц коры, времени выдержки под давлением и температура нагрева. Частично подтверждены выводы Минина А. Н. и др. о роли влаги в процессах, происходящих при образовании объемных изделий в герметической прессформе: во-первых, влага выступает в роли пластификатора, придающего частицам коры надлежащую пластичность, благодаря чему обеспечивается упрессовка материала до плотности больше единицы.

Во-вторых, влага участвует в гидrolитических процессах и служит реакционной средой, в которой происходят сложные процессы во время горячего прессования коры в герметической прессформе. Эти процессы приводят в конечном итоге к образованию объемного изделия. Поэтому исходная влажность коры существенно влияет на прочность и водостойкость (рис. 2).

Наивысший показатель прочности получается при довольно невысокой влажности исходного сырья: при этом изделия получают малостойкими против воздействия воды. Для получения водостойких объемных изделий требуется более высокая влажность исходного сырья. Изделий с наибольшей водостойкостью является менее прочным.

Для изучения влияния давления сжатия на измельченную кору подвергалось сжатию до 250 кгс/см^2 , 300 кгс/см^2 , 350 кгс/см^2 , и влажность варьировалась от 6 до 10 % с интервалом 2 % (рис. 3, 4).

Величина давления прессования в определенных диапазонах оказывается как и при прессовании опилок, большое влияние на физико-механические свойства объемных изделий полученных в герметической прессформе. Из графика 3,4 видно, что по мере увеличения давления прессования плотность изделий увеличивается и растет предел прочности на сжатие. Водопоглощение снижается. Это объясняется тем, что по мере увеличения давления повышается упрессовка измельченной коры, а

следовательно, растет сопротивление сил внутреннего трения в пресомассе и о стенки пресоформы.

Уплотнение приводит к ослаблению механических сил взаимного притяжения и отталкивания. По мере дальнейшего увеличения сжатия возрастает преобладание межчастичных сил отталкивания над силами притяжения, а вследствие этого начинает интенсивно нарастать плотность. Повышение давления ускоряет процесс прогрева, а также повышается химическая активность измельченной коры, увеличивается выход лигнина, пека, омов и других связующих.

Скорость химических реакций зависит от скорости и от общего числа столкновений молекул реагирующих веществ и от величины энергии активизации реакции. Число столкновений молекул находится в прямой зависимости от числа молекул в единице объема, т.е. от концентрации или уплотнения сферы массы.

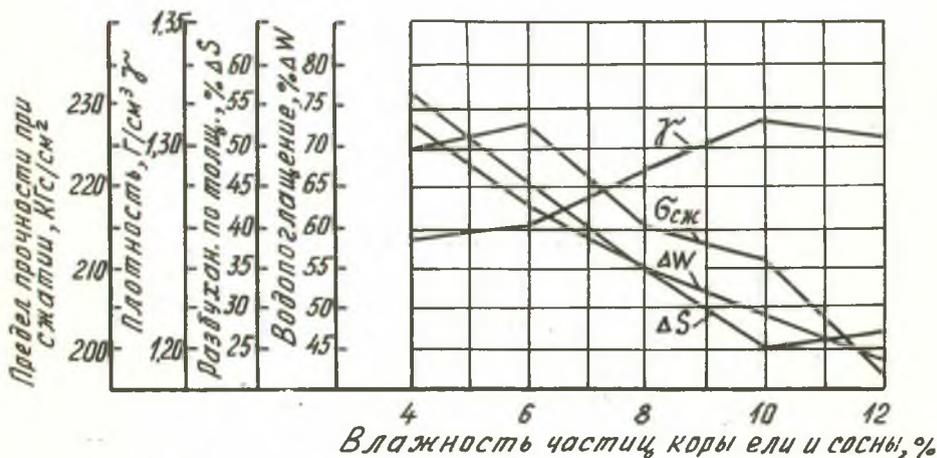
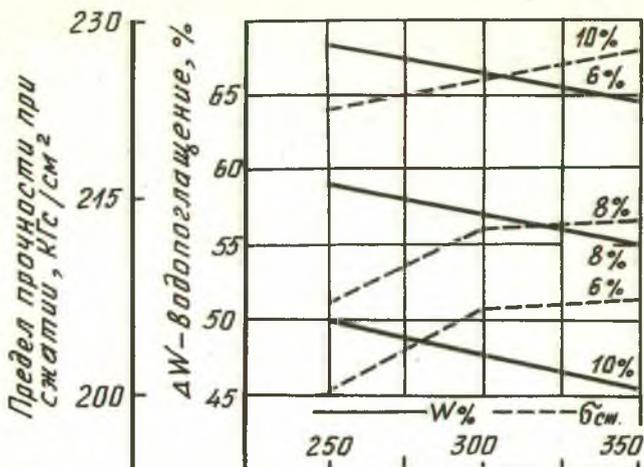
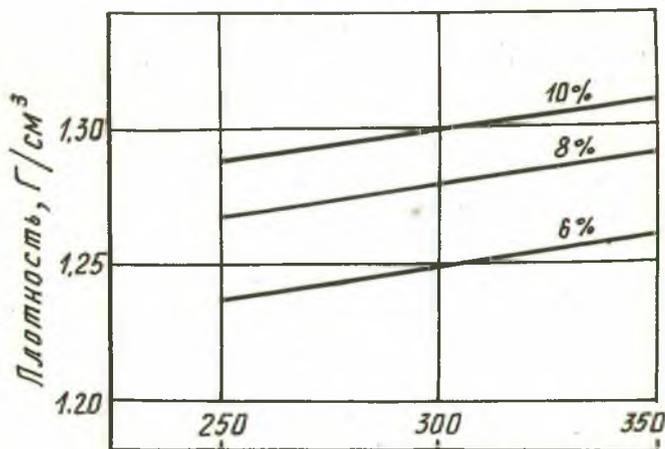


Рис. 2. Зависимость физико-механических свойств прессконструкции спрессованного из коры от влажности исходного сырья.



Давление прессования, КГс/см² $t=180^{\circ}\text{C}$, $\tau=1,2$ мин./мм
 Рис.3. Зависимость прочности и водопоглощения спрессованного изделия из коры ели и сосны в смеси в герметической прессформе от давления прессования при различной влажности частиц.



Давление прессования, КГс/см²
 Рис.4. Зависимость плотности спрессованного изделия из коры ели и сосны в смеси от давления прессования при различной влажности частиц.

Степень измельчения частиц древесной коры в диапазоне 1/0 до 20/15 при принятых режимах прессования оказывает существенное влияние на физико-механические свойства изделий.

Из графика 5 видно, что степень измельчений влияет на плотность и разбухаемость. Надо отметить, что чем мельче частицы коры, тем больше их оптимальная активная поверхность. Активная поверхность частиц повышает их реакционную способность, что позволяет больше выделить внутренних связующих и тем самым улучшить физико-механические свойства объемных изделий. Это наблюдается в интервале 3/1 мм.

Продолжительность выдержки под давлением на измельченную древесную кору при повышенной температуре в определенном диапазоне влияет на физико-механические свойства получаемых изделий. Из рис. 6, 7, видно, что наиболее значительное увеличение плотности, прочности и уменьшение водопоглощения наблюдается в первую 1,0 минуту прессования, особенно за период 0,8 мин/мм готового изделия. При дальнейшей выдержке (1,2 мин/мм и более) ощутимых улучшений не наблюдается. Улучшение физико-механических свойств объемных изделий увеличением выдержки под давлением при повышенной температуре объясняется тем, что физико-механические процессы протекают во времени, чем больше время выдержки, тем больше и глубже гидролиз и пиролиз измельченной коры, заключенной в герметическую прессформу, тем плотнее и глубже реакции поликонденсации и полимеризации продуктов расщепления органических веществ, тем лучше их пластификация и стабильность, а следовательно и меньше водопоглощение изделий. Однако, после достижения максимальных значений показателей наступает снижение физико-механических свойств объемных изделий. Это объясняется деструкцией пластических масс при продолжительной выдержке в тяжелых условиях.

Экспериментальные данные показывают, что наилучшие физико-механические показатели при температуре 160–180°C и давлении прессования 350 кгс/см² при влажности коры 10% находятся в пределах от 0,8 + 1,3 мин/мм.

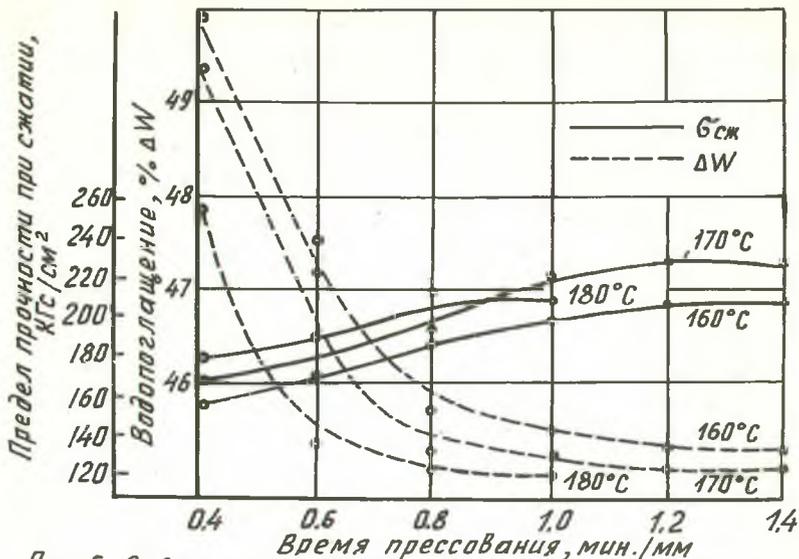


Рис. 6. Зависимость прочности и водопоглощения прессконструкции из смеси коры ели и сосны от продолжительности прессования.

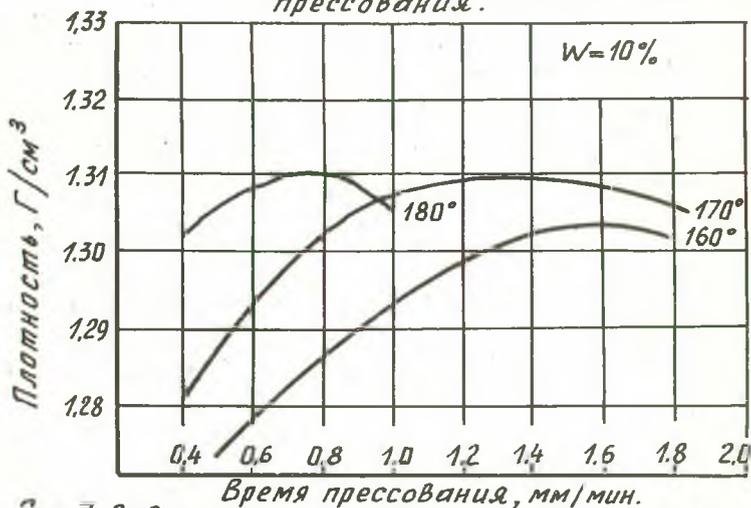


Рис. 7. Зависимость плотности прессконструкции от продолжительности горячего прессования в герметических прессформах из коры ели и сосны при разных температурах при давлении 350 кгс/см².

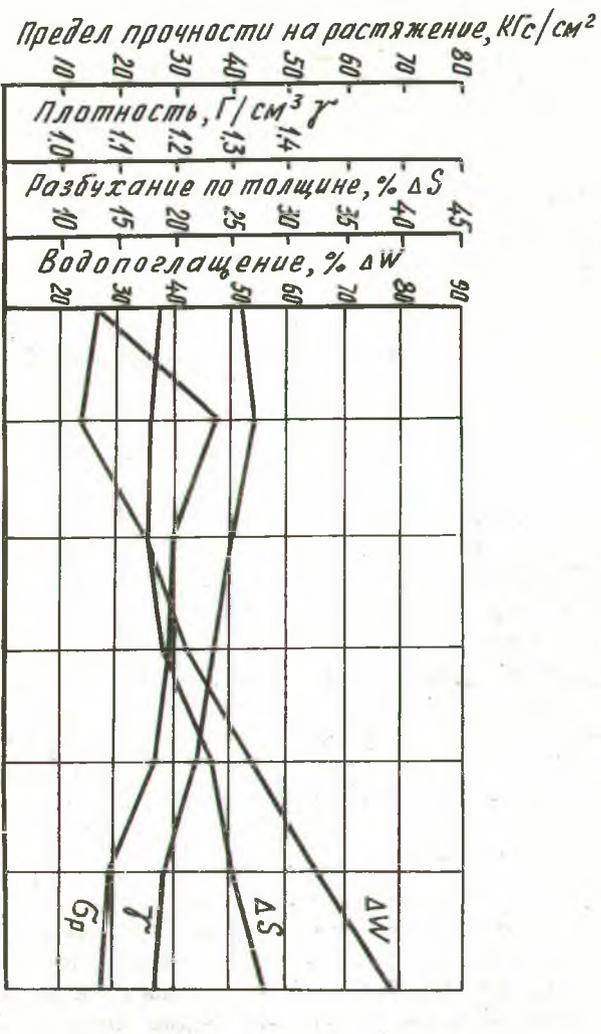


Рис. 5. Зависимость физико-механических свойств смеси от состава.

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ ИЗДЕЛИЙ

По результатам теоретических и экспериментальных исследований проведен расчет эффективности цеха по изготовлению прессованных изделий из коры: стаканов для рассады и пробок для бумажных рулонов. В расчете учтены соответствующие затраты на приобретение и изготовление оборудования, затраты сырья и рабочей силы для обслуживания производства.

1. Цех по переработке коры для изготовления прессованных стаканов не требует больших капитальных вложений.

2. Себестоимость готового выпуска продукции составит 31,6 тыс. рублей.

3. Объем реализуемой продукции составит 70,847 тыс. руб.

4. Это даст возможность получить прибыль предприятию от реализации 39,225 тыс. рублей.

5. Коэффициент общей экономической эффективности составит $K_{об. эк.} = 0,7$ по сравнению с нормативными.

6. Срок окупаемости = 1,4 года.

Приведенные расчеты показывают высокую экономическую эффективность производства прессованных изделий из коры.

По материалам исследований разработано технологическое задание на проектирование автоматической линии для массового производства прессованных изделий из коры.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Одним из эффективных направлений использования коры является массовое производство прессованных объемных изделий типа пробок для гильз бумажных рулонов, стаканов-горшочков и др.

2. Теоретической основой для разработки режимов горячего прессования сухой измельченной коры без добавления связующих материалов является способность компонентов коры к пластификации, физико-механическим воздействиям при термодинамическом воздействии в условиях герметической пресформы.

3. Графоаналитическое моделирование динамики взаимодей-

ствия элементов прессмассы в герметической прессформе при горячем прессовании показывает, что для создания "устойчивой" формы монолитного изделия из коры достаточно обеспечить нормальное давление 210 кгс/см^2 .

4. Экспериментальные исследования режимов прессования объемных изделий из коры без применения связующих материалов подтвердили теоретические предпосылки. Получение высококачественных монолитных, пустотелых, многопустотелых изделий обеспечивается при следующих значениях параметров режима горячего прессования в герметических прессформах:

давление прессования, кгс/см^2 - 350,
температура нагрева, $^{\circ}\text{C}$ - 170,
продолжительность выдержки, мин/мм - 1,0.

5. Математическое планирование полного факторного эксперимента позволяет достаточно точно обосновать оптимальный режим прессования коры в герметических прессформах и позволяет резко сократить объем основных экспериментальных работ. Однако для выявления влияния отдельных параметров режима на основные характеристики прессуемых изделий требуются специальные серии дополнительных опытов.

6. Температура прессования существенно влияет на физико-механические свойства изделий: с увеличением температуры от 130°C до 180°C возрастают все прочностные характеристики и водостойкость, при температурах выше 200°C наблюдается обугливание поверхности изделий и снижение прочностных характеристик.

7. Давление прессования оказывает влияние на режим прессования и качественные характеристики изделий из коры. Повышение давления способствует ускорению процесса формирования изделий. Однако, применение давлений свыше 350 кгс/см^2 связано с увеличением перерасхода энергозатрат.

8. Влажность прессформы (коры) играет исключительно важную роль в процессе формирования изделий. Так как влага является пластификатором, теплоносителем и реагентом. Наиболее высокие прочностные характеристики получены при влажности коры 4%. Но, учитывая для снижения себестоимости сушки и упрощения технологии подготовки коры рекомендуется применение стандартной влажности $10\% \pm 2$.

9. Фракционный состав прессмассы оказывает влияние не только на качественные характеристики, но и на себестоимость, поскольку применение мелкой прессмассы связано с повышением себестоимости ее подготовки. Оптимальными размерами фракции следует считать 3/5 мм.

10. В условиях горячего прессования объемных изделий из коры соосны и ели в герметических прессформах происходят сложные физико-химические процессы, в которых участвует весь комплекс компонентов одновременно. При этом происходит качественное и количественное изменение химических компонентов. Все компоненты оказывают определенное влияние на характеристики прессуемых изделий, поэтому очевидно, что их взаимодействие является основной при формировании монолитного материала изделия в прессформе. Приведенные результаты хорошо согласуются с результатами ранее выполненных исследований.

11. Производственные испытания опытных партий пробок для гильз бумажных рулонов и стаканов для расады подтвердили высокую экономичность и эффективность прессованных изделий из коры. Кора успешно заменяет высококачественную древесину, и другие материалы.

12. Создание специализированного цеха для производства прессованных изделий из коры на предприятиях, подобных Марбумкомбинату, целесообразно и эффективно.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНО В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

1. Бызов В. И., Семенов А. С. Разработка технологии изготовления пробок для гильз бумажных рулонов. Реферативная информация. №6-72. Йошкар-Ола, 1972.

2. Семенов А. С. Объемное прессование коры хвойных пород. Реферативная информация "Механическая обработка древесины", Москва, 1972, № 2.

3. Семенов А. С. Изучение прессования из коры объемных изделий: стаканов для выращивания растений. Материалы научной конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1973 г. Йошкар-Ола, 1974.

4. Семенов А.С., Бызов В.И. Новое в использовании коры. Сборник по обмену производственным и научным опытом. Йошкар-Ола, 1974.

5. Бызов В.И., Семенов А.С. Цельнопрессованные стаканы из коры для выращивания растений. Лесохозяйственная информация. Реферативный выпуск, №1, Москва, 1975.

6. Семенов А.С. Теоретическое обоснование распределения напряжений в прессформе при прессовании объемных изделий из коры ели и сосны. Материалы научной конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1974 год. Йошкар-Ола, 1975.

7. Бызов В.И., Семенов А.С. Прессование стаканов для рассады из еловой и сосновой коры без применения связующих материалов. Информационный листок №87-76. Йошкар-Ола, 1976.

Заказ № 4917 Тираж 100. Э-03241.
Марийская республиканская типография
г. Йошкар-Ола, ул. Комсомольская, 112.