

674  
M23

14

БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ имени С. М. КИРОВА

*На правах рукописи*

**М А Н З И И**  
**СВЕТЛАНА АЛЕКСАНДРОВНА**

УДК 674.048:691.11

**ЗАЩИТНАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ  
И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
РАСПЛАВОМ СЕРЫ**

05.21.05 Технология и оборудование  
деревообрабатывающих производств, древесиноведение  
05.23.05 Строительные материалы и изделия

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

Работа выполнена на кафедре клееных материалов Львовского лесотехнического института.

**Научные руководители:** кандидат технических наук, доцент ПАНОВ В. В., кандидат технических наук, старший научный сотрудник ОРЛОВСКИЙ Ю. И.

**Официальные оппоненты:** доктор технических наук, профессор ХРУЛЕВ В. М., кандидат технических наук, доцент МАКАРЕВИЧ С. С.

**Ведущее предприятие** — Украинский научно-исследовательский институт механической обработки древесины.

Защита состоится „17“ марта 1987 г. в „16“ час. на заседании специализированного совета К.056.01.01 в Белорусском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте имени С. М. Кирова (220630, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, корпус 4, зал заседаний).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского ордена Трудового Красного Знамени технологического института имени С. М. Кирова.

Автореферат разослан „23“ августа 1987 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета

ТРОФИМОВ С. П.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В "Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года", принятых на XXУП съезде КПСС, большое внимание уделяется вопросам улучшения использования лесосырьевых ресурсов, широкому вовлечению в производство мягколиственной древесины, улучшению структуры и качества конструкционных материалов.

Защитная обработка древесных материалов расплавом серы позволяет значительно улучшить эксплуатационные свойства низкоортной древесины мягколиственных пород, фанеры и изготавливать изделия с повышенной прочностью, стабильностью размеров, устойчивостью к химически агрессивным средам и дереворазрушающим грибам.

С начала 70-х годов возросло внимание исследователей к изучению серы с целью широкого применения ее в различных областях строительства. Это объясняется снижением ее дефицитности, связанной с увеличением производства серы из вторичных источников сырья - при очистке угля, нефти, отходящих газов промпредприятий, ТЭЦ и т.д.

Тема исследования является составной частью координационных планов НИР в области защитной обработки древесины Минлесбумпрома СССР на 1984 г. (Д 416-84) и 1986 г. (К 21-86).

Цель работы. Разработка технологии защитной обработки древесины и древесных материалов расплавом серы и организация опытного производства строительных изделий с заданными свойствами на основе экспериментально-теоретических исследований процессов сушки и пропитки, изучения физико-механических и эксплуатационных свойств пропитанных древесных материалов.

Научная новизна работы. Изучены физические основы процесса сушки-пропитки древесины в расплаве серы.

Исследованы основные свойства расплава серы, влияющие на эффективность пропитки древесины.

Получены зависимости физико-механических свойств древесины и фанеры от содержания серы.

Предложены новые эффективные пластифицирующие добавки, повышающие огнестойкость пропитанной древесины.

Получены новые данные по химической и биологической стойкости древесины и древесных материалов, пропитанных серой.

Установлены рациональные технологические режимы защитной обработки древесных изделий в зависимости от условий эксплуатации и области их применения.

Практическое значение работы. С целью организации производства пропитанных серой древесных изделий разработана заводская технология и "Временная инструкция по технологии пропитки древесины расплавом серы", одобренная ВНИИдрев Минлесбумпрома СССР.

На Стрыйском ГДСЗ треста "Облагродорстрой" выпущена опытная партия крышек люков и оконных блоков, пропитанных серой, изготовленных на Барановичском комбинате сенажных башен Агропрома БССР и Червоноградском ДОКе Минпромстроя УССР. Изделия использованы при возведении сенажных башен в совхоз-комбинате "Мир" Барановичского района Брестской обл. БССР.

На Львовской овощной фабрике Агропрома УССР внедряется технология защитной обработки расплавом серы деревянных элементов теплиц.

Разработано и выдано техническое задание и осуществляется авторский надзор за разработкой Львовским филиалом Ивано-Франковского ПКТИ Минлеспрома УССР рабочего проекта технологической линии по пропитке изделий из древесины расплавом серы для Барановичского комбината сенажных башен Агропрома БССР.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались на Всесоюзных научно-технических конференциях МЛТИ (1983 г.), УкрНИИМОД (1983, 1986 гг.), НПО "Силава" (1983 г.), Белорусского технологического института им. С. М. Кирова (1985 г.), Свалявского ЛК (1986 г.), координационных совещаниях по защитной обработке древесины (Сенежская лаборатория консервирования древесины ВНИИдрев, 1983-1985 гг.), а также на научно-технических конференциях МЛТИ (1983-1986 гг.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 10 печатных работ и получено положительное решение на изобретение (заявка 3879516/29-35).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы, включающего 116

наименований, приложений. Материал изложен на 157 стр. и содержит 49 рис. и 19 табл.

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе приведен критический обзор литературных данных по пропитке древесины с целью повышения ее прочности и долговечности. Существенный вклад в изучение вопросов защитной обработки древесины внесли советские ученые: Д.Н.Лекторский, А.Я.Фоломин, С.Н.Горшин, К.М.Ханмаедов, Г.М.Шутов, В.М.Хрулев, Ю.М.Иванов, А.Л.Калниньш.

В результате анализа работ сделан вывод, что более 60 лет известно об эффективности использования расплава серы в качестве пропиточного материала для получения древесины с улучшенными свойствами. Данные по этому вопросу приводятся в работах С.В.Генеля, Н.Т.Нысенко, А.А.Берлина, А.А.Чеведаева, П.В.Соколова, Ю.К.Никифорова, И.П.Даугавет, В.М.Хрулева, Э.Коббе, Б.Мулликена, Б.Мейера.

Однако, пропитанные серой древесные материалы изучены не достаточно, отсутствуют научно обоснованные рекомендации по технологии их изготовления, долговечности и стойкости в различных условиях эксплуатации.

Возрастающая потребность народного хозяйства СССР в деловой древесине и перспектива увеличения ее потребления в последние годы заставили исследователей вновь обратить внимание на серу как пропиточный материал для защитной обработки древесины.

В результате изучения литературных данных, патентных исследований и анализа состояния вопроса, определены следующие основные задачи исследований:

- изучить физические основы процесса сушки-пропитки древесины в расплаве серы;
- изучить свойства расплава серы, влияющие на эффективность процесса защитной обработки древесины;
- исследовать влияние содержания серы на физико-механические и эксплуатационные свойства пропитанных древесных материалов и их структуру;

- изучить химическую и биологическую стойкость пропитанных материалов;
- разработать способ повышения огнестойкости пропитанной древесины;
- разработать и внедрить в производство технологию защитной обработки древесины и древесных материалов расплавом серы и дать оценку экономической эффективности.

Во второй главе описаны свойства серы как пропиточного материала, характеристика исходной древесины, методика экспериментальных исследований и результаты математического планирования экспериментов.

При проведении опытов использовалась древесина березы, осины и сосны, а также фанера марки ФК и фанерные плиты ПФ-А.

Экспериментальные данные обрабатывались статистическим методом. Планирование эксперимента и выбор рационального варианта технологического процесса защитной обработки древесины осуществлялся на ЭВМ по разработанным программам.

Для обоснования технологических параметров защитной обработки древесины процесс условно разделен на два взаимосвязанных процесса: сушку и пропитку. С помощью реализации полного факторного эксперимента определено влияние различных факторов на продолжительность сушки и эффективность пропитки древесины.

Получено уравнение регрессии для оценки продолжительности сушки древесины в расплаве серы ( $y_1$ ) в зависимости от начальной влажности древесины ( $x_1$ ), температуры расплава ( $x_2$ ) и размеров заготовок ( $x_3$ )

$$y_1 = 1375 + 0,425x_1 - 0,225x_2 + 0,515x_3 - 0,075x_1x_2 + 0,275x_1x_3 \quad (1)$$

Уравнение для оценки коэффициента упрочнения древесины ( $y_2$ ) при пропитке, который зависит от температуры расплава ( $x_1$ ) и продолжительности пропитки ( $x_2$ ), имеет вид

$$y_2 = 1,50 - 0,260x_1 + 0,134x_2 \quad (2)$$

Анализ числовых значений коэффициентов регрессии показывает, что продолжительность сушки возрастает при увеличении начальной влажности и размеров заготовок. При этом влияние

размеров заготовок сказывается в большей степени, чем влияние начальной влажности. Повышение температуры расплава уменьшает продолжительность сушки. На эффективность пропитки наиболее существенно влияет температурный градиент расплава.

В третьей главе анализируются технологические режимы защитной обработки древесины в расплаве серы, включающие подготовку расплава и заготовок к пропитке, процесс сушки-пропитки изделий по заданному режиму, извлечение и охлаждение изделий.

Экспериментально установлено, что совмещение процессов сушки и пропитки древесины в расплаве серы является эффективным технологическим приемом. Рассмотрены два способа защитной обработки: пропитка предварительно высушенной древесины перед погружением в ванну и совмещенная сушка-пропитка влажной древесины в расплаве серы.

Установлено, что сушка древесины в расплаве серы является высокотемпературным процессом. Для определения времени сушки древесины с различной начальной влажностью непосредственно в расплаве использованы уравнения теплового баланса для высокотемпературных процессов сушки, предложенные Г.С.Шубиним, с учетом времени прогрева в расплаве.

Вводя условные обозначения в уравнения теплового баланса так, чтобы они связывали определенные параметры свойств древесины и пропиточной композиции, получены уравнения для расчета продолжительности сушки при начальной влажности древесины:

$$\text{больше предела гигроскопичности } \tau_1 = AB(C + M) + DE \quad (3)$$

$$\text{меньше предела гигроскопичности } \tau_2 = ABM' + DE \quad (4)$$

Значения параметров  $A$  и  $D$  определяются породой, свойствами и приведенной толщиной древесины, значения  $B$  и  $E$  зависят от температуры расплава серы,  $C$ ,  $M$  и  $M'$  - от влажности древесины.

По полученным уравнениям построены номограммы (рис. I и 2), позволяющие определить время сушки древесины с учетом ее прогрева в расплаве, зная обобщенный размер ( $\ell$ ), породу древесины, ее начальную влажность ( $W_N$ ) и плотность ( $\rho_N$ ), а также температуру расплава ( $t_C$ ), при которой высушивается материал.

Определены силы, влияющие на кинетику пропитки древесины

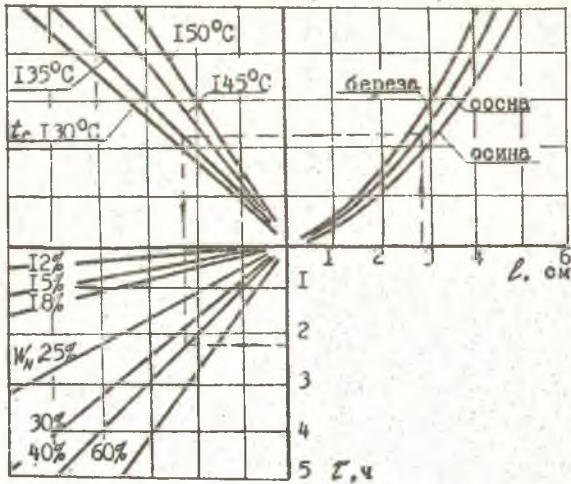


Рис.1. Номограмма для определения продолжительности сушки

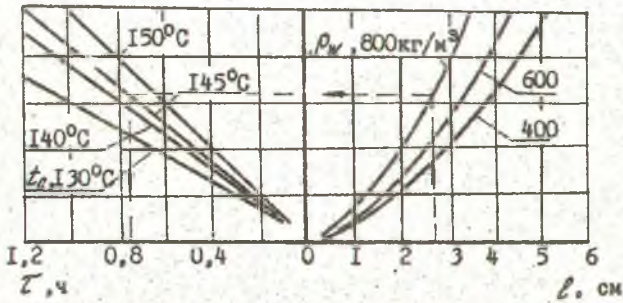


Рис.2. Номограмма для определения продолжительности прогрева

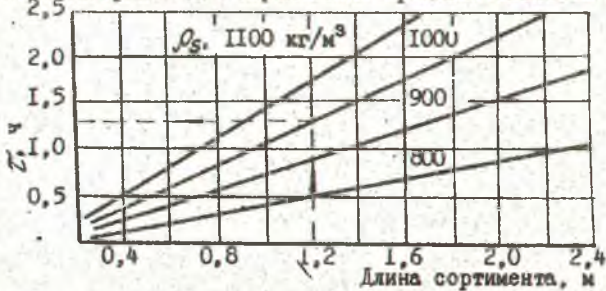


Рис.3. Номограмма для определения продолжительности пропитки



расплавом серы. В качестве модели выбран гипотетический капилляр, расположенный под углом, что позволяет оценить движение расплава серы при пропитке образца с торца, а также при полном погружении его в расплав. Получено дифференциальное уравнение, описывающее процесс пропитки

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{1}{x} \left( \frac{dx}{dt} \right)^2 + \frac{8h}{r^2 \rho} \cdot \frac{dx}{dt} + g \sin \alpha - \frac{2\sigma \cos \theta}{r \rho x} - \frac{\Delta P_c}{\rho x} = 0 \quad (5)$$

Решение уравнения (5) позволяет определить время пропитки древесины в зависимости от необходимого поглощения серы

$$\tau = \frac{4\eta}{2\sigma \cos \theta + \Delta P_c} \ell^2 K, \quad (6)$$

где  $\rho$ ,  $\eta$ ,  $\sigma$ ,  $\theta$  - соответственно плотность, вязкость, поверхностное натяжение и краевой угол смачивания расплава серы;  $r$  - радиус капилляров;  $\ell$  - длина сортимента,  $\Delta P_c$  - перепад давления;  $\tau$  - время пропитки;  $K$  - коэффициент качества пропитки, оценивающий степень заполнения пор древесины.

Составлена номограмма (рис.3) позволяет определить время пропитки древесины с учетом размеров заготовок и необходимого содержания серы в древесине.

Общая продолжительность защитной обработки материала складывается из времени прогрева, сушки и пропитки. При сушке температуру расплава необходимо поддерживать на постоянном уровне в пределах  $145 \pm 5$  °С. Рекомендуемый температурный интервал процесса сушки-пропитки древесины в расплаве серы 145...130°С.

Поскольку на продолжительность пропитки оказывают влияние свойства расплавленной серы (вязкость, плотность, поверхностное натяжение и краевой угол смачивания), исследовались свойства расплава и влияние на них добавок (иода и нафталина). Установлено, что при добавлении в расплав термически совместимого с серой нафталина в количестве 15...20 % процесс пропитки интенсифицируется и его время можно снизить в 2,5 раза.

Исследование структуры пропитанной древесины показало, что распределение серы в сосудах зависит от степени пропитки. Ус-

ловно установлена степень пропитки: низкая с содержанием серы до 20 %, средняя - 20...50 %, высокая - выше 50 %. Отмечено равномерное распределение серы в сосудах рассеяносудистых пород древесины (березы и осины) при высоком содержании серы.

При пропитке сосны сера в расплавленном состоянии растворяет смолы и экстрактивные вещества и тем самым увеличивает проницаемость древесины. Отлагаясь в клетках сердцевинных лучей и вокруг смоляных ходов, она равномерно распределяется в поздних трахеидах.

В четвертой главе приведены физико-механические свойства древесины и фанеры, пропитанных расплавом серы. Испытания, носившие сравнительный характер, проводили на образцах, выдержанных до равновесной влажности и высушенных до абсолютно сухого состояния. Эффект пропитки определялся как отношение среднего показателя механических свойств пропитанной древесины к среднему показателю натуральной древесины и проверялся по достоверности разницы показателей. Коэффициент качества материала определялся по отношению среднего показателя к плотности.

Плотность пропитанной древесины зависит от плотности исходной древесины и содержания в ней серы. Так, для древесины березы с начальной плотностью ( $\rho_H$ ) и содержанием серы ( $S$ ) плотность древесины после пропитки ( $\rho_S$ ) выражается зависимостью  $\rho_S = \rho_H + 0,75 S$ .

Пропитка древесины серой повышает ее влаго- и водостойкость. Установлено, что на снижение предела гигроскопичности и равновесной влажности основное влияние оказывает температура пропитки, при этом скорость влагопоглощения в начальный период снижается в 6...10 раз по сравнению с непропитанной древесиной. В отличие от влагопоглощения, водопоглощение, его интенсивность и разбухание древесины в процессе водопоглощения зависят от количества поглощенной серы. Сравнительно водостойкую древесину можно получить при содержании в ней серы более 50 %. Получены зависимости между водопоглощением и содержанием серы в древесине

$$W_s = \frac{W_0}{1 + \frac{S}{a}} \quad (7)$$

где  $W_0$  - максимальное водопоглощение натуральной древесины, %  
 $S$  - содержание серы, %;  $\alpha$  - эмпирический коэффициент, зависящий от породы древесины: для березы - 32,4; осины - 46,4; сосны - 38,6.

Прирост предела прочности при сжатии вдоль и поперек волокон, а также твердости находятся в прямой зависимости от содержания серы в древесине. Ударная вязкость и прочность при изгибе возрастают с увеличением содержания серы в древесине до 45...50 %, а затем снижаются. Зависимость между приростом прочности при статическом изгибе ( $\Delta R$ ) и содержанием серы в древесине ( $S$ ) выражается зависимостью

$$\Delta R = \alpha S^{\beta} \quad (8)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  - эмпирические коэффициенты, соответственно для березы - 3,2 и 0,6; осины - 1,7 и 0,7; сосны - 1,2 и 0,74.

По полученным зависимостям между приростом прочностных характеристик для различных пород древесины и содержанием серы определяют необходимое поглощение серы в зависимости от условий использования пропитанного материала.

Как показали исследования структуры древесины, сера не фиксируется в клеточных стенках древесины. Излом древесины с содержанием серы до 50 % при испытании на прочность при изгибе и ударную вязкость имеет зацепистый характер, что свидетельствует о высокой вязкости материала. Образцы с высоким содержанием серы (более 50%) имеют повышенную хрупкость. Для них характерен раковистый излом древесины при испытании на ударную вязкость и прочность при изгибе и раскалывание образцов на отдельные пластинки при испытании на прочность при сжатии и твердости. Поэтому при эксплуатации пропитанной древесины в качестве конструкционного материала, рекомендуемое содержание серы в древесине - 40...50 %.

Пределы прочностных характеристик образцов с равновесной влажностью снижаются по сравнению с этими показателями для абсолютно сухих образцов. Для натуральной древесины снижение составляет 77, для пропитанной - 38 %.

Основные физико-механические показатели пропитанной древесины мягких лиственных пород приведены в таблице.

Таблица

Физико-механические свойства древесины, пропитанной расплавом серы

Показатели	Береза				Осина			
	Содержание серы, %							
	0	24	42	56	0	22	44	54
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	650	810	930	1020	510	625	740	790
Водопоглощение, %	116	87	50	42	138	94	71	62
Предел прочности при сжатии вдоль волокон, МПа	54	77	96	112	40	60	84	94
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	110	133	144	146	80	92	100	98
Модуль упругости, МПа · 10 <sup>2</sup>	123	135	144	147	96	102	111	112
Ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>	84	108	112	102	78	94	107	98
Торцевая статическая твердость, МПа	46	64	80	91	34	52	69	80

Пропитывая фанерные изделия, устраняются многие недостатки обычной фанеры - низкая водостойкость, разбухаемость и разрушение клеевого шва при переменном увлажнении. Свойства фанеры регулируются изменением содержания в ней серы. Так, при увеличении плотности фанеры в результате пропитки в 1,2-1,4 раза предел прочности при скалывании возрастает в 1,8-2,0; предел прочности при статическом изгибе в 1,6; водопоглощение и объемное разбухание снижаются в 1,6-2,4 раза.

Дополнительное улучшение физико-механических свойств и долговечности древесины и снижение расхода серы на пропитку может быть достигнуто модифицированием серы. Проведен анализ способов модифицирования серы с помощью различных добавок-

дициклопентадиена, стирола, фосфора, мышьяка и др. Предложена добавка в расплав серы - 15...20 % хлорированного трифенилфосфата, позволяющая перевести часть серы в пластическое состояние. Это обеспечивает одинаковое увеличение прочностных показателей при снижении расхода серы в 1,5 раза.

В пятой главе приведены результаты исследования эксплуатационных свойств пропитанной древесины и фанеры. Изучены стойкость к химически агрессивным средам, дереворазрушающим грибам, опосреды повышения огнестойкости пропитанной древесины.

Химическая стойкость пропитанной древесины зависит от стойкости серы и древесины. Исследовано влияние соляной и серной кислот с концентрацией растворов 1 и 15 %; 15 %-ного раствора  $NaOH$  и смеси солей  $KCl$ ,  $NH_4NO_3$ ,  $Na_2PO_4$  с общей концентрацией раствора 15 %. Эффект пропитки оценивали показателем химстойкости пропитанной древесины по формуле

$$X_s = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2) \cdot \sigma_{15}}{(\sigma_{15} - \sigma_{25}) \sigma_1} \quad (9)$$

где  $\sigma_1$  и  $\sigma_{15}$  - пределы прочности при сжатии натуральной и пропитанной древесины;  $\sigma_2$  и  $\sigma_{25}$  - то же, после химиспытаний. Положительный эффект пропитки при  $X_s > 1$ .

Установлена повышенная стойкость пропитанной древесины к соляной кислоте ( $X_s = 2,7...4,3$ ), растворам солей ( $X_s = 1,2$ ), растворам серной кислоты ( $X_s = 1,2...1,7$ ). При этом прочность образцов после выдерживания в растворах  $HCl$  превосходит исходную прочность древесины в 1,4 раза. При действии 15 %-ного раствора  $NaOH$  падение прочности увеличивается как для натуральной, так и для пропитанной древесины.

Стойкость пропитанной фанеры к слабым растворам кислот подтверждена при эксплуатации фанерных крышек в сенажных башнях, где они подвергаются воздействию среды, состоящей из смеси молочной, уксусной и масляной кислот. Химстойкость фанеры оценивалась по пределу прочности при скалывании. После 120 суток хранения образцов в указанной среде показатель химстойкости составил 2,3.

Опыты по определению стойкости древесины к дереворазрушающим грибам проводились в Сенезской лаборатории консервирова-

ния древесины на культуре гриба *Coniophora cerebella*. Установлена повышенная стойкость пропитанной древесины к грибам. Средняя потеря массы пропитанных образцов составила 2...3, в то время как контрольных - 61 %.

Полигонными испытаниями установлено, что индекс состояния пропитанной древесины осины превышает индекс состояния натуральной в 4 раза. Это свидетельствует о высокой стойкости пропитанной древесины к загниванию.

Для повышения огнестойкости пропитанной древесины предложено несколько способов. Наиболее эффективным оказалось добавление антипиренов непосредственно в расплав серы. Для практического применения рекомендован состав из серы в количестве 79...83, хлорированного трифенилфосфата - 15...20 и окиси сурьмы - 1...2 %. Древесина, пропитанная этой композицией, имеет низкую продолжительность горения тлением, самостоятельное горение пламенем отсутствует. Средняя потеря массы составляет 12,5 %, что позволяет отнести ее в группу трудновоспламеняемой по ГОСТ 16363-76.

В шестой главе приведены результаты внедрения исследований и экономической эффективности защитной обработки древесных изделий расплавом серы.

Обработка технологии осуществлялась на Стрийском гравийно-дробильно-сортировочном заводе на экспериментальной установке по пропитке стройматериалов расплавом серы Львовского филиала НИИСМИ.

Технологическим процессом защитной обработки древесины предусмотрены меры безопасной работы с серой, заключающиеся в исключении возможности взрыва серной пыли, воспламенения серы и очистке выделяемых в процессе пропитки газов хингидронным способом.

Пропитанные серой фанерные крышки люков использованы Барановичским комбинатом сенажных башен при строительстве башен в совхозе "Мир" Барановичского района Брестской обл. БССР. Применение для защитной обработки крышек, изготовленных из фанерных плит Пф-А, расплава серы, улучшает прочностные показатели плит, увеличивает химстойкость более чем в 2 раза. Срок эксплуатации плит возрастает. Экономическая эффективность достигается уже на стадии производства за счет снижения затрат на

пропиточный материал и составляет 17,5 руб на один комплект крышек или 38 руб на 1 м<sup>3</sup> фанерных плит.

Пропитка древесины мягких лиственных пород расплавом серы значительно улучшает ее физико-механические и эксплуатационные показатели, что дает возможность использовать, например, осину в качестве деловой древесины. Замена сосновой древесины на осиную при изготовлении оконных блоков и исключение операции олифования позволяет получить экономический эффект в размере 23,8 руб на 1 м<sup>3</sup> древесины.

Разработан способ усиления бетона с использованием в качестве арматуры пропитанной древесины березы. Отформованные бетонные изделия с деревянной арматурой высушивают до постоянной массы и повторно пропитывают в расплаве серы, что обеспечивает достаточное сцепление древесины и бетона и исключает набухание и усадку арматуры. Бетонные изделия, армированные пропитанной древесиной, могут использоваться при изготовлении конструкций и изделий с экономической ответственностью (тротуарной и дорожной плит, бортовых камней, сточных лотков и т.п.).

Технологический процесс пропитки древесины расплавом серы внедряется на Львовской овощной фабрике для защитной обработки деревянных элементов теплиц по выращиванию грибов. Ожидаемая экономическая эффективность за счет замены пентафталевых лаков и удлинения срока эксплуатации деревянных элементов составляет 21,3 тыс.руб.

Опыт промышленного внедрения позволяет рекомендовать защитную обработку расплавом серы для древесины низкосортных мягколиственных пород и фанеры с целью широкого вовлечения их в строительство. Пропитанную древесину и древесные изделия рекомендуется применять при изготовлении столярных изделий, при возведении опалубки, для свай, при строительстве сельскохозяйственных и животноводческих сооружений (складов химудобрений, ферм для скота и птиц, теплиц по выращиванию овощей, сенажных башен), а также в качестве арматуры при формировании бетонных изделий.

Полученные результаты и опыт внедрения технологии защитной обработки позволили разработать ведомственный нормативный документ "Временная инструкция по технологии пропитки древесины расплавом серы", одобренный ВНИИдрев Минлесбумпрома СССР.

## ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Разработана технология защитной обработки древесины и древесных материалов расплавом серы, позволяющая получить материалы с улучшенными эксплуатационными качествами, рекомендуемые для применения в различных областях строительства, в частности, в сельскохозяйственном.

2. Решено дифференциальное уравнение, описывающее процесс пропитки древесины расплавом серы. Построены номограммы для определения продолжительности прогрева, сушки и пропитки древесины, которые рекомендуются для практического применения.

3. Изучены свойства расплава серы (вязкость, плотность, поверхностное натяжение и краевой угол смачивания) при температурах пропитки и влияние добавки нафталина, позволяющей изменить свойства расплава и снизить время пропитки древесины в 2,5 раза.

4. Пропитка древесины мягколиственных пород повышает ее влаго- и водостойкость, снижает размероизменяемость. Для эксплуатации в условиях с повышенной или часто меняющейся влажностью среды рекомендуется древесина с содержанием серы более 50 %.

5. Установлено, что физико-механические свойства пропитанной древесины зависят от показателей исходного сырья, характеристик расплава серы и распределения ее в древесине. Установлены зависимости между приростом прочностных показателей и содержанием серы в древесине. Добавление в расплав 15-20 % хлорированного трифенилфосфата позволяет перевести часть серы в пластическое состояние, что обеспечивает улучшение свойств древесины при снижении содержания серы в 1,5 раза.

6. Предложенная пропитка фанерных изделий позволяет увеличить их прочностные показатели в 1,6-2 раза при значительном (в 3-3,5 раза) повышении водостойкости. Свойства фанеры регулируются изменением содержания серы.

7. Установлена повышенная стойкость пропитанных серой древесных материалов к дереворазрушающим грибам и химически агрессивным средам, что позволяет рекомендовать их для эксплуатации в кислых и солесодержащих средах изученных составов и концентраций.



8. Разработан способ снижения горючести пропитанной древесины, заключающийся в введении в расплав серы антипиренных добавок - хлорированного трифенилфосфата и окиси сурьмы в количестве соответственно 15-20 и 1-2 %. Пропитанная данным остатком древесина относится к трудновоспламеняемой.

9. Защитная обработка расплавом серы рекомендуется для древесины низкосортных мягколиственных пород и фанеры с целью широкого вовлечения их в строительство - при возведении опалубки, для свай, при строительстве сельскохозяйственных и животноводческих сооружений, а также в качестве арматуры при формировании бетонных изделий.

10. На основании исследований разработаны "Временная инструкция по технологии пропитки древесины расплавом серы" и научные рекомендации по созданию промышленных установок и организации производства пропитанных древесных материалов с требуемыми свойствами, что позволяет получить экономическую эффективность до 24 руб/м<sup>3</sup> древесины и 38 руб/м<sup>3</sup> фанеры.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Эффективность пропитки столярных изделий расплавом серы / С.А.Манзий, О.Б.Ференц, В.В.Панов, Ю.И.Орловский//Механическая обработка древесины:науч.-техн.реф.сб.-М.,1983.- Вып.7-С.10-11.

2. Манзий С.А., Панов В.В., Орловский Ю.И. Исследование процесса сушки-пропитки древесины в расплаве серы//Рациональное использование энергетических ресурсов при сушке пиломатериалов:Тез.докл.семинара и совещания Всесоюзн.коорд.совета по сушке древесины.-Саласпилс,1983.-С.157-159.

3. Манзий С.А., Панов В.В., Орловский Ю.И. Улучшение физико-механических свойств малоценной древесины путем пропитки расплавом серы //Науч.тр.МЛТИ.-М.,1983.-Вып.150.-С.113-116.

4. Манзий С.А. Фанера, пропитанная расплавом серы //Плиты и фанера:науч.-тех.реф.сб.-М.,1984.-Вып.4.-С.11-12.

5. Пропитка древесины серой /Ю.И.Орловский, В.В.Панов, С.А.Манзий и др.//Изв.вузов:строительство и архитектура.-Новосибирск, 1984.-№6 -С.76-80.

6. Временная инструкция по технологии пропитки древеси-

ны расплавом серы / Ю.И.Орловский, В.В.Панов, С.А.Манзий, Н.А.Максименко.-Львов,1985.-20с.

7. Применение пропитанных серой древесных материалов в химически агрессивных средах / С.А.Манзий, В.В.Панов, Ю.И.Орловский, Н.А.Шут // Комплексное и рациональное использование лесных ресурсов: Тез.докл. Всесоюзн. науч.-тех. конф.- Минск, 1985.-С.199-201.

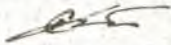
8. Орловский Ю.И., Панов В.В., Манзий С.А. Повышение влагостойкости фанеры // Лесное хоз.-во, лесн., бум. и деревообраб. пром.-сть.-Киев, 1985.-Вып.16.-С.83-85.

9. Манзий С.А., Панов В.В. Влияние пропитки на свойства фанеры //Отеч. произв. опыт: Экспресс-информ.-М.-ВНИПИЭПлеспром, 1986.-С.14-16.-Плиты и фанера, вып.2.

10. Манзий С.А., Максименко Н.А. Повышение биологической стойкости древесных материалов // Перспективы развития лесной и деревообрабатывающей промышленности в соответствии с основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года: Тез.докл. Республ. науч. техн. конф.-Свялява, 1986.-С.76-77.

II. Заявка "Способ обработки древесины лиственных пород" № 3879516/20-15. Полож. решение от 14.01.1986.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с заверенными подписями просим прислать по адресу: 220630, г.Минск, ул.Свердлова,13а, БТИ, специализированный совет К.056.01.01.



Подписано к печ.22.12.86.БГ 12076.Формат 60x84/16.Печать офсетная. Бумага иллюстр.Усл.п.л.0,93.У л.кр.-отт.1,17.Уч.-изд.л.0,7.Тираж 100 экз.Бесплатно.Зак.2515.

Областная книжная типография, 200000, Львов, Стечаника, 11.