

Министерство образования и науки РФ
Администрация Костромской области
Департамент образования и науки Костромской области
ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет»

**«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА»**

МАТЕРИАЛЫ

II Международной научно-технической конференции

**Кострома ♦ Россия
9–11 сентября 2013 г.**

Кострома
ИЗДАТЕЛЬСТВО

2013

Печатается по решению редакционно-издательского совета КГТУ

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Азаров В.И. – д.т.н., проф., МГУЛ
Бирюков В.Г. – д.т.н., проф., МГУЛ
Глухих В.В. – д.т.н., проф., УГЛТУ
Малышева Г.В. – д.т.н., проф., МГТУ им. Н.Э. Баумана
Покровская Е.Н. – д.т.н., проф., МГСУ
Рыбин Б.М. – д.т.н., проф., МГУЛ
Рыкунин С.Н. – д.т.н., проф., МГУЛ
Сергеевичев В.В. – д.т.н., проф., СПбГЛТУ
Платонов А.Д. – д.т.н., проф., ВГЛТА
Титунин А.А. – д.т.н., проф., КГТУ
Уголев Б.Н. – д.т.н., проф., МГУЛ
Угрюмов С.А. – д.т.н., проф., КГТУ
Цветков В.Е. – д.т.н., проф., МГУЛ
Чубинский А.Н. – д.т.н., проф., СПбГЛТУ

А437 Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса : материалы II Международной научно-технической конференции / отв. ред. С. А. Угрюмов, Т. Н. Вахнина, А. А. Титунин. – Кострома : Изд-во КГТУ, 2013. – 148 с.
ISBN 978-5-8285-0656-9

Материалы конференции представлены 65 статьями, содержащими результаты работ в областях исследования строения и свойств древесины и древесных материалов, современных технологических процессов получения изделий из древесины, прогрессивных технологий и техники лесозаготовительного и лесовосстановительного производств, экологических и экономических аспектов технологии лесовосстановительных, лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств. Материалы исследований отражают современный уровень знаний в данных научных направлениях и могут быть полезны для ученых, работников производства, преподавателей, аспирантов и студентов вузов лесного комплекса.

УДК 634.674

ISBN 978-5-8285-0656-9

© Костромской государственной
технологической университет, 2013

Научное издание

«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА»

Материалы II Международной научно-технической конференции,

9–11 сентября 2013 г.

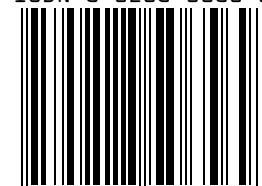
Издаются в авторской редакции

Подписано в печать 22.08.13. Формат бумаги 60×84 1/8.
Печать трафаретная. Печ. л. 18,5. Заказ 348. Тираж 90.

Редакционно-издательский отдел
Костромского государственного
технологического университета

156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17

ISBN 5-8285-0656-0



9 785828 506569

Уважаемые коллеги!

Мы рады вас приветствовать на Второй Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса»!

На сегодняшний день вопросы рационального природопользования и комплексной переработки древесного сырья, модернизации и разработки высокопроизводительного оборудования, технологических и химических процессов в деревообработке, снижения производственных затрат приобретают особую актуальность. В реалиях настоящего времени имеется острая необходимость в создании новых древесных материалов с требуемым для потребителей комплексом эксплуатационных свойств – повышенной прочностью, долговечностью, водостойкостью, экологической безопасностью. Решение данных вопросов способствует развитию лесной и деревообрабатывающей отрасли, а также повышению конкурентно-способности выпускаемой продукции.

Мы благодарны за большой интерес, проявленный к тематике конференции, в работе которой принимают участие представители ведущих отечественных и зарубежных лесотехнических вузов. В данной конференции участвуют представители Московского государственного университета леса, Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета, Поволжского государственного технологического университета, Воронежской государственной лесотехнической академии, Братского государственного университета, Ухтинского государственного технического университета, Казанского национального исследовательского технологического университета, Национального университета биоресурсов и природопользования Украины, Национального лесотехнического университета Украины, Института леса им. В.З. Гулисашвили (Грузия), а также представители промышленных предприятий отрасли.

Мы желаем участникам конференции успешной работы и новых контактов!

**Кафедра механической технологии древесины КГТУ,
заведующий кафедрой, доктор техн. наук, профессор С.А. Угрюмов**



Секция 1

СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

УДК 674.047

ИССЛЕДОВАНИЕ УСУШКИ ДРЕВЕСИНЫ БУКА

П.В. Билей, д-р техн. наук, профессор

И.А. Соколовский, канд. техн. наук, доцент

П.П. Билей, аспирант

Р.О. Рокунь, магистр

Национальный лесотехнический университет (НЛТУ) Украины, г. Львов, Украина

В статье рассмотрены вопросы, связанные с усушкой буковой древесины, где показано влияние на величину усушки направления относительно волокон, толщины пиломатериалов и их конечной влажности. Для аппроксимации результатов экспериментальных исследований предложены математические зависимости, а для практических расчетов формулы по определению величин объемной усушки, а также в тангенциальном и радиальном направлении относительно волокон, которые можно использовать как припуски.

Вопросам усушки древесины уделено внимание многих исследователей и практикующих специалистов. На эту тему имеется множество научных статей, монографий, учебных пособий и учебников [1–4]. Это связано с тем, что явление усушки зависит от множества факторов: ареала и места произрастания данной породы древесины, ее возраста и других таксационных характеристик (класс бонитета, сопутствующие породы, ...), высоты над уровнем моря, времени заготовки, места положения образца древесины по высоте и диаметра ствола. Основным интегрирующим физическим показателем влияния строения древесины на величину усушки является плотность. Однако, и данный показатель может колебаться в значительных диапазонах. Например, польский ученый-древесиновед Ф. Кшисек отмечая, что плотность древесины бука европейского, произрастающего на территории Западной Европы, при влажности 15 % может колебаться от 540 до 910 кг/м³ [5]. С некоторых пор определение «условная» плотность было заменено на «базисная» плотность. Такое определение можно считать правильным если учитывать, что основным компонентом строения древесины является древесное вещество. Однако, если влажность древесины составляет более 80-100%, то основным компонентом в древесине является вода. Это один аспект данного вопроса. Другим аспектом является тот факт, что в природе не может быть такого случая (только условного) когда древесина находится в абсолютно сухом состоянии, а объем – в набухшем, то есть, более справедливым является определение «условная» плотность, которым в дальнейшем мы и будем пользоваться.

Характерной особенностью древесины, в отличие от других твердых тел, является зависимость изменения объема и размеров древесины от ее влажности. Объем и размеры древесины могут изменяться и вследствие влияния температуры. Однако, эти изменения объема и размеров сравнительно невелики. Так, например, изменение температуры на 35 °С вызывает такую же деформацию, что и изменение влажности на 1 %. Таким образом, деформацией древесины от теплового расширения в исследованиях процесса сушки можно (правда, не во всех случаях) пренебрегать. Величину усушки древесины напрямую связывают с ее плотностью (условной) выражениями:

- для полной объемной усушки

$$\beta_v = W_{т.н} \frac{\rho_y}{\rho_g} \cong 0,028 \rho_y, \quad (1)$$

- для усушки в тангенциальном направлении

$$\beta_t \cong 0,018 \rho_y, \quad (2)$$

- для усушки в радиальном направлении

$$\beta_r \cong 0,01 \rho_y, \quad (3)$$

Выражения (1), (2) и (3) описывают только приблизительно зависимость усушки от условной плотности. Для более точных значений усушки объемной, в тангенциальном и радиальном направлениях необходимо провести соответствующие исследования. В качестве образцов для лабораторных исследований величины усушки используют стандартные образцы 20×20 мм (по толщине и ширине) и 30 мм по длине. Образцы необходимо заготавливать из здоровой (без сучков) древесины и правильной ориентацией волокон (наклон не более 10 %) в тангенциальном и радиальном направлениях, желательнее из всех частей ствола по высоте и диаметру модельных деревьев. На величину усушки влияет

не только местоположение образца и направление относительно волокон, но и температура при которой высушиваются образцы и толщина пиломатериалов. Исследования, проведенные И.А. Стрихой, показали, что при изменении толщины материала от 10 до 400 мм величина объемной усушки относительно уменьшилась на 36,7 % В тоже время, изменение плотности древесины бука от 560 до 800 кг/м³ увеличивает величину усушки незначительно всего на 5,5 % (в относительных выражениях) [6].

Температура, при которой высушивается древесина, также своеобразно влияет на величину усушки. Дело в том, что в процессе сушки влажность по толщине материала распределяется, как правило, по параболе которая описывается уравнением

$$W_x = W_{ц} - \left(\frac{x}{R}\right)^2 (W_{ц} - W_{п}), \quad (4)$$

где $W_{ц}$, $W_{п}$ – соответственно влажность древесины в центральных и поверхностных слоях, % абс; x – расстояние от центральной оси сортимента до слоя в котором определяется влажность, см; R – половина толщины сортимента, см.

При достижении поверхностными слоями влажности ниже точки насыщения волокна ($W_{т.н}$) – их влажность стремится к значению равновесной – W_p , в них начинается усушка, но усушка вынужденная (то есть усадка), которой препятствуют внутренние слои, имеющие влажность $W_i > W_{т.н}$. И чем выше температура агента сушки, тем быстрее начинается усушка. Повышение температуры процесса сушки до $t_c = 100$ °С уменьшает относительную величину усушки, вследствие того, что поверхностные слои усыхают в растянутом положении. Последующее увеличение температуры ($t_c > 100$ °С) увеличивает относительную усушку, но это является уже следствием начинающейся деструкции древесины.

Результаты экспериментальных исследований усушки древесины бука аппроксимированы [4, 6] зависимостями:

- для полной объемной усушки

$$\beta_v = \left(12 + \frac{87,5}{S_1}\right) (0,93 - 0,023 \bar{W}_k), \quad (5)$$

- для усушки в тангенциальном направлении

$$\beta_t = \left(0,12 + \frac{2,7}{S_1}\right) (40 - \bar{W}_k), \quad (6)$$

- для усушки в радиальном направлении

$$\beta_r = \left(0,075 + \frac{1,2}{S_1}\right) (40 - \bar{W}_k), \quad (7)$$

где S_1 – толщина материала, мм; \bar{W}_k – среднее значение влажности материала, % абс.

Для практических расчетов используют коэффициенты усушки, которые характеризуются отношением величины усушки (формулы (1), (2) и (3)) к величине влажности древесины в состоянии насыщения волокон ($W_{т.н}$), т.е.

$$k_o = \beta_v / W_{т.н}; \quad k_t = \beta_t / W_{т.н}; \quad k_p = \beta_r / W_{т.н}.$$

Изменение объема при сушке вычисляют по выражению:

$$\Delta V = 0,01 k_o V_o (W_{т.н} - W_k), \quad (8)$$

- для усушки в тангенциальном направлении относительно волокон

$$\Delta S_1 = 0,01 S_1 k_t (W_{т.н} - W_k), \quad (9)$$

- для усушки в радиальном направлении относительно волокон

$$\Delta S_2 = 0,01 S_2 k_p (W_{т.н} - W_k), \quad (10)$$

где V_o – первоначальный объем сортимента; S_1 и S_2 – соответственно первоначальная толщина и ширина доски.

Формулу (8) можно использовать в расчетах баланса древесины (усушка – это безвозвратные потери) на производстве, а также для подсчета объемной усушки при определении емкости сушильных камер. Формулы (9) и (10) можно использовать для определения припусков на усушку в лесопильном производстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. – М.: Лесн. пром-сть, 1986. – 368 с.
2. Чудинов Б.С. Вода в древесине.– Новосибирск: Наука, 1984. – 248 с.
3. Вінтонів І.С., Сопушинський І.М., Тайшінгер А. Деревинизнавство. Навчальний посібник. – 2-е вид., доповн. – Львів: Апріорі, 2007. – 312 с.

4. Билей П.В. Сушка древесины твердых лиственных пород. – М.: Экология, 1992. – 224 с.
5. Kszysik F. Nauka o Drewnie. – PWN& Warszawa, 1974. – 653 s.
6. Стриха И.А. Припуски на усушку буковых пиломатериалов. – Киев, 1950. – 54 с.

УДК 630.812:674.032.13

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЗОНАНСНЫХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ МОЛОДНЯКОВ НЕРАЗРУШАЮЩИМ СПОСОБОМ

Е.А. Васенев,

студ. гр. ИМБП-32, ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.
snakemc93@mail.ru

А.А. Соколова,

студ. гр. СС-31, ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.
vpochte_anna@mail.ru

В статье исследуются способы определения резонансных свойств древесины и их корреляция.

Свойство древесины усиливать звук без искажения тона называется резонансной способностью [3]. В свою очередь, древесина, которая обладает данной способностью, называется резонансной. Она используется, главным образом, в музыкальной промышленности: для изготовления дек музыкальных инструментов, внутренней отделки концертных залов и т. д.

В настоящее время приходится сталкиваться с проблемой нехватки древесины с уникальными резонансными свойствами. Этот материал является весьма дорогим: стоимость 1 м³ сертифицированной резонансной ели составляет 50–70 тыс. рублей. Более того, затруднено определение резонансных свойств среди растущих деревьев, что может привести к нерациональному и убыточному использованию и без того редкого сырья в качестве обычного сортимента. Ситуация также усугубляется отсутствием диагностики акустических свойств древесины как в зрелом возрасте к моменту рубки, так и молодняков.

Поэтому имеется необходимость целевого выращивания резонансных деревьев и проведения их диагностики древесины еще в стадии подроста.

Данная проблема решается на базе «Учебно-опытного лесхоза» и «Лаборатории квалиметрии резонансной древесины» при кафедре стандартизации сертификации и товароведения ПГТУ.

Резонансные свойства характеризуются акустической константой K [5]

$$K = \sqrt{\frac{E}{\rho^3}}, \quad (1)$$

где E – динамический модуль упругости, Н/м²; ρ – плотность древесины, кг/м³.

Для того чтобы рассчитать акустическую константу, необходимо найти динамический модуль упругости и плотность древесины. Существующие стандартные методы нахождения модуля упругости [1, 2] не подходят для ранней неразрушающей диагностики дендроакустических свойств.

Поэтому целью нашей работы являлся поиск оптимального неразрушающего способа определения дендроакустических свойств молодняков.

Перед нами были поставлены следующие задачи:

1. Выполнить экспериментальные исследования по определению акустических показателей древесины на идеальном образце тремя способами: ультразвуковым, виброакустическим и статическим.
2. Провести статистическую обработку результатов исследований и оценить точность данных способов.
3. Определить достоинства и недостатки рассматриваемых способов. Выбрать наиболее точный и эффективный способ.

Для испытаний использовался идеальный образец березы цилиндрической формы, размерами диаметром 3мм, длиной 100 мм. Плотность определялась стереометрическим методом.

Исследования проводились по методике изложенной в работе [6].

1. Ультразвуковой метод заключается в измерении времени прохождения звуковой волны t вдоль деревянного образца длиной L на приборе УК-14П и вычислении скорости прохождения звука c , через которую можно рассчитать динамический модуль упругости $E_{дин.}$ (формула (2)) и акустическую константу K (формула (3)). Результаты измерений и вычислений представлены в таблице 1.

$$E_{дин.} = c^2 \rho, \quad (2)$$

$$K = \frac{c}{\rho} = \frac{L}{t\rho}. \quad (3)$$

2. Резонансный метод основан на выявлении собственной (резонансной) частоты образца f при пропускании через образец детерминированного звукового сигнала с повышающейся частотой и определении $E_{дин.}$ с учетом его рабочей длины l , диаметра d и плотности ρ (формула (4)), а также константы K по формуле (1) [4]. Результаты измерений представлены в таблице 2.

$$E_{дин.} = \frac{A\gamma^4 f^2 10^2}{305I_z}, \quad (4)$$

где γ – объемный вес, г/см³; I_z – момент инерции поперечного сечения, см⁴.

3. Статический метод предполагает измерение максимальной стрелы прогиба образца при его консольном креплении y_{max} и последующем расчете модулей упругости (формулы (5), (6)) [4]. Результаты измерений представлены в таблице 3.

$$E_{ст} = \frac{Pl^3}{3y_{max}I_z}, \quad (5)$$

$$E_{дин} \approx 0,908E_{ст}, \quad (6)$$

где P – вес нагрузки, Н (при максимальном нагружении).

Таблица 1

Расчет акустических параметров ультразвуковым способом

Номер испытания	Время прохождения звука t, мкс	Скорость звука с, м/с	Модуль упругости		Акустическая константа K, м ⁴ /(кг·с)
			Е, Па	Е, МПа	
1	17,5	5731,43	19779902666	19779,9	9,5
2	17,5	5731,43	19779902666	19779,9	9,5
3	17,4	5764,37	20007911189	20007,9	9,6
4	17,2	5831,40	20475916683	20475,9	9,7
5	17,6	5698,86	19555769601	19555,8	9,5
6	17,3	5797,69	20239885033	20239,9	9,6
7	17,4	5764,37	20007911189	20007,9	9,6
8	17,4	5764,37	20007911189	20007,9	9,6
9	17,5	5731,43	19779902666	19779,9	9,5
10	17,2	5831,40	20475916683	20475,9	9,7
Длина образца L=100,3 мм		диаметр d=2,96 мм		масса m=0,41 г	

Таблица 2

Расчет акустических параметров виброакустическим способом

Номер испытания	Резонансная частота f, Гц	Модуль упругости		Акустическая константа K, м ⁴ /(кг·с)
		Е, Па	Е, МПа	
1	119	2140993062	2140,99	3,132
2	120	2177127328	2177,13	3,158
3	120	2177127328	2177,13	3,158
4	120	2177127328	2177,13	3,158
5	120	2177127328	2177,13	3,158
6	120	2177127328	2177,13	3,158
7	120	2177127328	2177,13	3,158
8	120	2177127328	2177,13	3,158
9	120	2177127328	2177,13	3,158
10	120	2177127328	2177,13	3,158
Рабочая длина l=80,2 мм		плотность $\gamma=602,1$ кг/м ³		

Таблица 3

Расчет акустических параметров статическим способом

Номер испытания	mнагр., г	l, мм	y, мм	y' (разгр.), мм	Iz, мм ⁴	Ест, МПа	Един, МПа	K, м ⁴ /(кг·с)
1	10,90	79,9	0,10	0,44	3,768	48198,65	43764,38	14,397
2	17,36	79,9	0,50	0,82	3,768	15355,03	13942,37	8,126
3	23,92	79,9	0,96	1,06	3,768	11017,89	10004,24	6,883
4	30,50	79,9	1,27	1,54	3,768	10620,56	9643,46	6,758
5	36,57	79,9	1,71	1,88	3,768	9456,96	8586,92	6,377
6	42,91	79,9	1,98	2,19	3,768	9584,10	8702,36	6,420
7	49,35	79,9	2,30	2,47	3,768	9488,35	8615,42	6,388
8	55,80	79,9	2,64	2,79	3,768	9346,04	8486,22	6,340
9	62,33	79,9	3,01	3,03	3,768	9156,11	8313,75	6,275
10	68,81	79,9	3,33	3,33	3,768	9137,85	8297,17	6,268

По полученным данным был проведен статистический анализ: оценены погрешности измерений и точность способов.

Значения акустической константы, найденные разными способами, весьма отличаются друг от друга (см. таблицу 4). Видно, что K при испытаниях ультразвуком наибольшая, при статическом изгибе – наименьшая.

Также была проведена оценка погрешности каждого из способов и, соответственно, их точность. Результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4

Статистический анализ данных

Характеристики измерения акустической константы К	Ультразвуковой способ	Виброакустический способ	Статический способ
Расчетное значение, м ⁴ /(кг·с)	9,574	3,155	6,268
СКО, м ⁴ /(кг·с)	0,0893	0,0140	0,0998
Дисперсия, м ⁸ /(кг·с) ²	0,000069	0,000196	0,009960
Показатель точности, %	0,29	0,14	0,50
Доверительная ошибка, м ⁴ /(кг·с), Р = 95 %	0,053	0,032	0,2255
Относительная погрешность, %	0,6	1,0	3,5
Коэффициент корреляции	-0,2066		
Критерий Фишера, Р = 95 %	2,84 < 3,21 – дисперсии однородны		

Итак, меньшей погрешностью и лучшей точностью обладает виброакустический способ измерения. Более грубые ошибки получены при использовании способа статического изгиба.

Проверена корреляция между ультразвуковым и виброакустическим способами. Сильной корреляционной связи между ними не выявлено ($r = -0,2066$). Между тем, дисперсии выборок этих двух методов оказались однородными. На данном этапе исследований установлено, что наиболее приемлемым способом диагностики акустических свойств деревьев в молодом возрасте является использование виброакустический, с использованием установки типа «Резонанс-4», так как он дает точные и быстрые результаты. Не исключено, что существуют или могут быть разработаны иные способы контроля, поэтому исследования в данном направлении целесообразно продолжать.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- ГОСТ 16483.9–73. Древесина. Методы определения модуля упругости при статическом изгибе.
- ГОСТ 16483.31–74. Древесина. Резонансный метод определения модулей упругости и сдвига и декремента колебаний.
- Алексеев И.А. Лесное товароведение с основами древесиноведения: учебное пособие. – Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ, 2006. – 457 с.
- Баженов В.А. Динамический модуль упругости древесины как показатель ее физико-механических свойств // Труды института леса. – М.: Изд-во АН СССР. – 1953. – Т. 2. – 451 с.
- Федюков В.И. Ель резонансная: отбор на корню, выращивание, сертификация. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – 204 с.
- Цветкова Е.М., Салдаева Е.Ю. Определение жесткости молодых деревьев ели // Материалы международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса». – Кострома, 2012. – С. 45–48.

УДК 674.815

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ СТРУЖКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

А.Н. Лаврова,

студ., ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.
anneshka_lav@mail.ru

Т.Н. Вахнина,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.
t_vachnina@mail.ru

Диверсификация древесных ресурсов для производства древесно-стружечных плит (ДСтП) является одним из направлений углубленной переработки древесины, это одна из самых актуальных задач на современном этапе развития российского ЛПК [6, 7].

Опыт использования отходов переработки древесины в плитном производстве неоднозначен. В начальном периоде производства плит использовали почти исключительно стружку-отходы, получаемую на деревообрабатывающих станках, а на отдельных предприятиях и опилки [4, 6, 12, 13]. В 1964–1968 гг. во ВНИИДреве были проведены широкие исследования по изучению свойств древесно-стружечных плит, изготовленных из станочной стружки и опилок, полученных при различных условиях. Это позволило доказать технико-экономическую целесообразность применения указанных видов древесных отходов в производстве ДСтП и разработать основные технологические предпосылки для создания установок малой мощности, предназначенных для изготовления плит из опилок и станочной стружки. После создания оборудования для измельчения древесины в качестве основного вида

сырья стали применять дровяную древесину и крупнокусковые отходы для получения специально изготовленной стружки. Сравнение физико-механических показателей плит из разных видов древесного сырья показало значительные преимущества использования специальной стружки.

Сыпучие «мягкие» отходы в виде стружек-отходов характерны тем, что имеют короткие и перерезанные волокна, что отрицательно сказывается на механической прочности изготавливаемых плит. Многие исследователи (И. Г. Корчаго, Т. Мелони, Я. Чижек) отмечают, что стружка-отходы негативно сказывается на прочности ДСтП при статическом изгибе и разбухании плит по толщине [3, 4, 10]. Причиной этого может быть как разная геометрия стружки-отходов и специальной стружки, так и разная способность к водопоглощению.

Однако добавление к специальной стружке стружки-отходов и опилок позволяет повысить некоторые механические свойства плит. По свидетельству Г.М. Шварцмана и Д.А. Щедро, добавление во внутренние слои плит до 30–40% стружки-отходов к специально изготовленной стружке повышает предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти и удельное сопротивление выдергиванию шурупов [11]. Дальнейшее увеличение содержания стружки-отходов во внутренних слоях плит снижает эти показатели.

Такое влияние можно объяснить тем, что не плоская стружка-отходы частично располагается не в плоскости плиты, а под углом. В результате этого сопротивление растяжению плит перпендикулярно пласти оказывают не только клеевые швы, но и волокна древесины. При дальнейшем увеличении количества стружки-отходов во внутреннем слое плит резко ухудшается качество их склеивания, что снижает предел прочности плит при растяжении перпендикулярно пласти и сопротивление плит выдергиванию шурупов.

Необоснованные добавки станочной стружки в производство ДСтП на таких предприятиях, как Череповецкий фанерно-мебельный комбинат, ООО «Кроностар», приводят к слишком большому значению показателя «разбухание по толщине» [2]. Для эффективного использования данных древесных ресурсов в производстве древесно-стружечных плит необходимо использовать экспериментально и математически обоснованные рекомендации.

На кафедре МТД КГТУ было проведено исследование водопоглощения специальной и станочной стружки. В эксперименте использовалась станочная стружка-отходы хвойных пород из лабораторий деревообрабатывающих станков кафедры и специальная стружка из цеха ДСтП ОАО «Фанплит». Для исследования использовалась методика, разработанная И.Г. Корчаго [3].

В перфорированный металлический стакан с крышкой (диаметр отверстий 1 мм) помещалось 10 г стружки заданной влажности, стакан помещался в воду (высота воды над поверхностью крышки 20 мм). Через промежуток времени τ стакан вынимался, чтобы удалить влагу с поверхности стружки. Для этого использовали компрессор со сжатым воздухом. Затем взвешивали стружку и определяли выходную величину – водопоглощение.

Водопоглощение стружки W , % определялось по формуле

$$W = \frac{m_{\text{вл}} - m_{\text{с}}}{m_{\text{с}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $m_{\text{вл}}$ – масса стружки после пребывания в воде, кг; $m_{\text{с}}$ – масса сухой стружки, кг.

В качестве метода проведения экспериментального исследования водопоглощения станочной и специальной стружки выбран регрессионный анализ. Регрессионный анализ позволяет построить по результатам обработки эксперимента необходимую математическую модель. Линейное описание зависимости выходных величин от варьируемых факторов часто является слишком грубым, линейная модель не позволяет получить экстремумов выходных величин и оценить динамику их изменения [5, 8]. Поэтому для проведения эксперимента был выбран В-план второго порядка. Выходные величины:

Y_1 – водопоглощение березовой стружки от центробежных стружечных станков, %; Y_2 – водопоглощение станочной стружки-отходов хвойной породы, %; Y_3 – водопоглощение хвойной стружки от станка с ножевым валом, %; Y_4 – водопоглощение березовой стружки от станка с ножевым валом, %.

Диапазоны варьирования факторов представлены в табл. 1, план эксперимента и результаты статистической обработки экспериментальных данных – в табл. 2.

Таблица 1

Диапазоны варьирования факторов

Варьируемые факторы	Обозначение		Диапазоны варьирования факторов для стружки					
	Натуральное	Кодированное	специальной и от станков с ножевым валом (хвоя)			станочной и от станков с ножевым валом (листва)		
			-1	0	+1	-1	0	+1
Начальная влажность стружки, %	W	X ₁	0	2	4	0	4	8
Продолжительность пребывания в воде, мин	τ	X ₂	5	62,5	120	5	62,5	120

План эксперимента и результаты статистической обработки экспериментальных данных по определению водопоглощения стружки

№ опыта	X_1	X_2	\bar{Y}_1	S_1^2	\bar{Y}_2	S_2^2	\bar{Y}_3	S_3^2	\bar{Y}_4	S_4^2
1	+	+	177,9	5,76	329,3	6,43	202,0	29,25	120,2	14,08
2	-	+	183,3	4,75	318	9,25	226,0	18,25	135,5	39,25
3	+	-	87,9	22,39	188,3	5,97	155,8	27,58	93,7	25,08
4	-	-	46,1	11,43	155,5	35,49	176,3	11,58	119,3	9,08
5	+	0	161,5	11,59	247,3	2,25	195,8	8,08	114,8	28,08
6	-	0	143,2	24,51	247,7	37,56	212,7	22,58	134,2	28,58
7	0	+	180,3	33,67	300	6,13	216,2	27,58	133,7	37,33
8	0	-	67,7	5,47	230	51,64	181,7	68,08	121,3	39,58

По результатам обработки экспериментальных данных были получены математические модели водопоглощения стружки (проверка подтвердила их адекватность):

$$Y_1 = 152,25 + 8,835X_1 + 56,678 X_2 - 0,25 X_1^2 - 28,75X_2^2 - 11,75 X_1 X_2,$$

$$Y_2 = 264,725 + 7,285X_1 + 62,262 X_2 - 3,225 X_1^2 + 0,275 X_2^2 - 5,375 X_1 X_2,$$

$$Y_3 = 212,25 - 10,335X_1 + 22,004 X_2 - 8,75X_1^2 - 13,75 X_2^2 - 0,75 X_1 X_2,$$

$$Y_4 = 134,25 - 10,169X_1 + 9,168 X_2 - 10,25X_1^2 - 7,25X_2^2 + 2,75 X_1 X_2.$$

Графики зависимостей для специальной стружки (от центробежных стружечных станков) представлены на рис. 1, 2, для станочной – на рис. 3, 4.

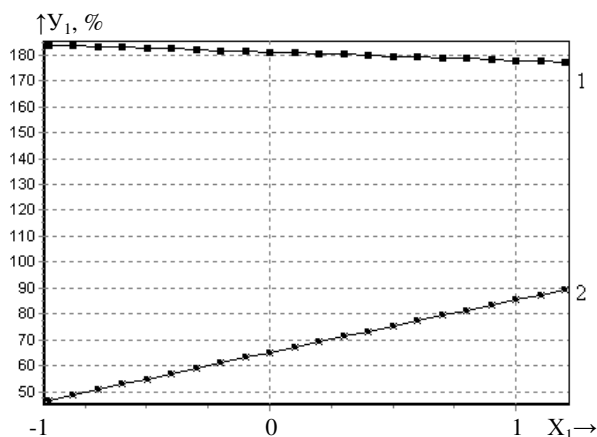


Рис. 1. График зависимости водопоглощения березовой стружки от центробежных стружечных станков (Y_1) от начальной влажности стружки (X_1):
1 – $X_2 = + 1$ (максимальная продолжительность пребывания в воде);
2 – $X_2 = - 1$ (минимальная продолжительность пребывания в воде)

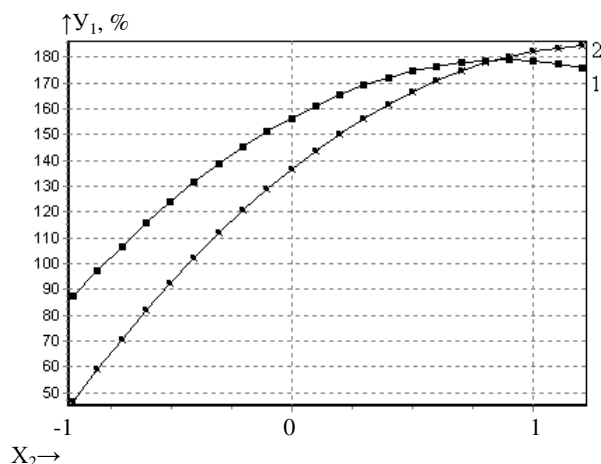


Рис. 2. График зависимости водопоглощения березовой стружки от центробежных стружечных станков Y_1 от продолжительности пребывания в воде (X_2):
1 – $X_1 = + 1$ (максимальная начальная влажность стружки);
2 – $X_1 = - 1$ (минимальная начальная влажность стружки)

С увеличением начальной влажности специальной стружки уменьшается степень влияния продолжительности водопоглощения. При любой исходной влажности специальной стружки водопоглощение в первый период резко нарастает, затем стабилизируется.

В начальный период времени контакта с водой специальная стружка с меньшей влажностью меньше поглощает воду. Причина этого, по всей видимости, в ухудшении смачивания абсолютно сухой стружки. Однако затем для данной стружки скорость водопоглощения резко увеличивается, и в конце диапазона варьирования продолжительности водопоглощения эта стружка имеет несколько большее значение водопоглощения.

Водопоглощение станочной стружки-отходов подчиняется закономерностям того же характера, что и специальной стружки, однако изначально оно в 2,5 раза больше. Увеличение продолжительности контакта с водой до 120 мин для специальной стружки приводит к некоторому замедлению водопоглощения (процесс подходит к пределу насыщения), для станочной стружки этот период характеризуется значительным ростом скорости поглощения воды. Причина различий – значительные повреждения древесных волокон в стружке-отходах, кроме того, изначально водопоглощение березы (а именно из нее на центробежных стружечных станках была изготовлена специальная стружка) как более плотной породы меньше, чем древесины хвойных пород [1, 9]. Результаты эксперимента опровергли мнение

И.Г. Корчаго, что водопоглощение станочной стружки может быть примерно равным, или даже меньше, чем у специальной стружки.

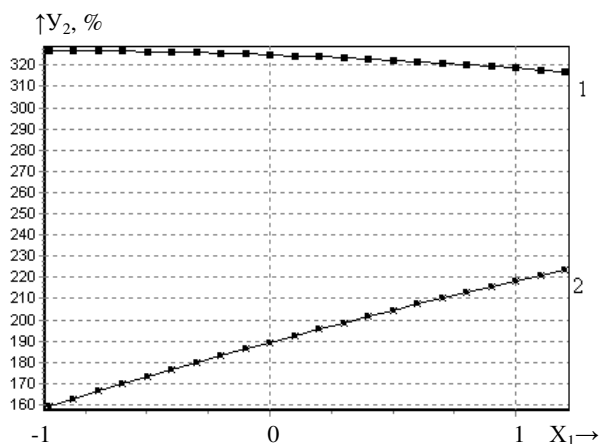


Рис. 3. График зависимости водопоглощения станочной стружки Y_2 от начальной влажности стружки (X_1):
1 – $X_2 = +1$ (максимальная продолжительность пребывания в воде);
2 – $X_2 = -1$ (минимальная продолжительность пребывания в воде)

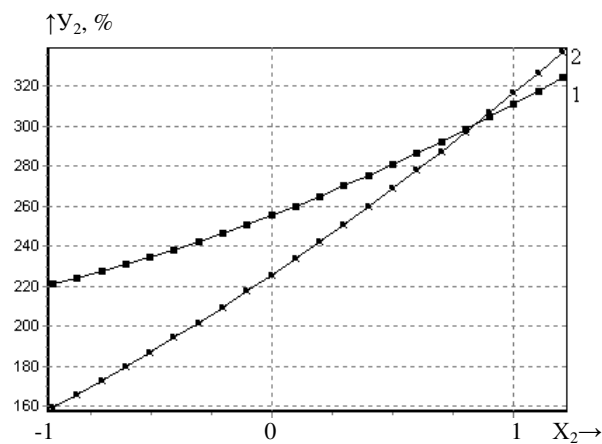


Рис. 4. График зависимости водопоглощения станочной стружки Y_2 от продолжительности пребывания в воде (X_2):
1 – $X_1 = +1$ (максимальная начальная влажность стружки);
2 – $X_1 = -1$ (минимальная начальная влажность стружки)

Анализируя данные зависимости, можно предложить для специальной и станочной стружки влажность до осмоления 2...4 %, при этом скорость впитывания нанесенного на ее поверхность связующего будет минимальной. Время транспортировки осмоленной стружки желательнo сократить до минимально возможного по технологии. Ввиду значительного водопоглощения станочной стружки (и возникающей из-за этого повышенной впитываемости связующего) ее долю в структуре древесного сырья для производства ДСтП желательнo уменьшить и поддерживать на постоянном уровне для стабилизации физико-механических свойств плит.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боровиков А.М., Уголев Б. Н. Справочник по древесине / под ред. Б. Н. Уголева. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 296 с.
2. Вахнина Т.Н., Поспелова М. К. Исследование свойств плит с добавками станочной стружки // Материалы 61-й межвузовской научно-технической конференции молодых ученых и студентов «Студенты и молодые ученые КГТУ – производству». – Кострома: КГТУ, 2009. – С. 169–170.
3. Корчаго И.Г. Применение древесноплитных материалов в строительстве. – М.: Стройиздат, 1984. – 94 с.
4. Мелони Т. Современное производство древесностружечных и древесноволокнистых плит: пер. с англ. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 416 с.
5. Пижурин А.А., Розенблит М. С. Исследование процессов деревообработки. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 232 с.
6. Титунин А.А., Каравайков В.М., Вахнина Т.Н. Эколого-экономические аспекты безотходных технологий переработки лесных ресурсов. – М.: Новые технологии, 2007. – 60 с.
7. Титунин А.А. Ресурсосбережение в деревообрабатывающей промышленности. Организационно – технические аспекты : монография. – Кострома: Изд-во Костромского гос. техн. ун-та, 2008. – 141 с.
8. Хартман К. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. – М.: Мир, 1976. – 552с.
9. Харук Е.В. Проницаемость древесины газами и жидкостями. – Новосибирск: Наука, 1976. – 190 с.
10. Чижек Я. Свойства и обработка древесностружечных и древесноволокнистых плит: пер. с чешск. / отв. ред. В. Д. Бекетов. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 392 с.
11. Шварцман Г.М., Щедро Д.А. Производство древесностружечных плит. – М.: Лесная промышленность, 1987. – 320 с.
12. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: МГУЛ, 2001. – 340 с.
13. Угрюмов С.А. Организационно-техническое обеспечение производства композиционных материалов на основе древесины и костры льна: монография. – Кострома: Изд-во Костромского гос. технол. ун-та, 20008. – 147 с.

Л.Л. Леонтьев

канд. биол. наук, доцент. СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ
leontyev-lta@mail.ru

В статье рассматриваются особенности распределения воды в процессе высыхания древесины тополя при экспонировании различных поверхностей.

Исследование проводилось на образцах в виде брусков. Образцы изготавливались из отрубков бессучковой древесины свежесрубленных деревьев. На образцах фиксировалась ориентация (верх – низ) в стволе дерева. Сразу после изготовления образцы взвешивались, измерялись их размеры, и на образцах герметично закрывались все поверхности кроме поверхности экспонирования (одна радиальная или тангенциальная или обе торцовые поверхности).

Высыхание древесины происходило при комнатных условиях.

Через некоторое время после начала опыта образцы изымались из опыта, герметизированные поверхности срезались и образец распиливался на несколько частей в плоскости, параллельной поверхности экспонирования. На этих образцах определялась влажность и фиксировались особенности распределения воды в древесине.

Влажность древесины на момент начала опыта составляла в образцах из различных отрубков 120–200 %.

При экспонировании тангенциальной поверхности через 792 часа наблюдалось довольно равномерное постепенное снижение влажности от внутренних слоев к наружным (рис. 1). При этом влажность самых внутренних слоев оставалась практически без изменения, а в наружных слоях при снижении влажности до 10–15 % происходила заметная усушка древесины.

При экспонировании радиальной поверхности влажность древесины по всей толще (внутренних 2/3 толщины) образца практически не снижалась даже через 1056 часов после начала испарения (рис. 2). Влажность самых наружных слоев радиальной поверхности (до 5 мм) как и при экспонировании тангенциальной поверхности достигла значений менее 15%, но уже на глубине около 15 мм составляла 50%.

Различный характер изменения влажности в процессе высыхания древесины тополя при экспонировании радиальной и тангенциальной поверхностей связан с влиянием сердцевинных лучей, которые обеспечивают проводимость в радиальном направлении, и, как следствие, более быстрое и глубже проникающее изменение влажности при экспонировании тангенциальной поверхности.

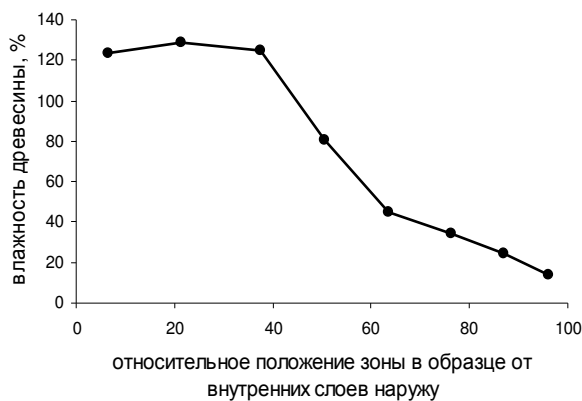


Рис. 1. Изменение влажности по глубине образца древесины тополя через 792 ч. после начала испарения при экспонировании тангенциальной поверхности

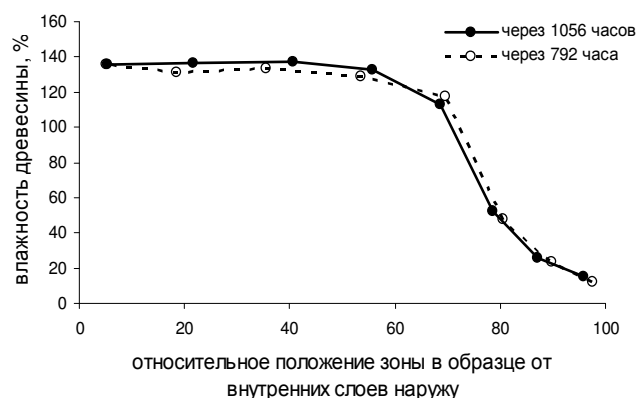


Рис. 2. Изменение влажности по глубине образца древесины тополя при экспонировании радиальной поверхности

При экспонировании двух торцовых поверхностей в древесине тополя влажность достаточно плавно снижалась от внутренних зон к торцам (рис. 3). Влажность центральных (по длине бруска) частей с увеличением срока экспонирования снижалась медленно, и даже через 1128 часов после начала опыта оставалась высокой и была значительно выше влажности приторцевых участков.

В относительно непротяженных приторцевых зонах (глубиной до 30 мм от поверхности торца) влажность падала до 10–30% с четким градиентом от наружных слоев к внутренним.

Каких-либо различий изменения распределения воды в образцах древесины тополя от центральной зоны к одному или другому торцу в связи с направлением волокон в стволе дерева (верх – низ) не установлено.

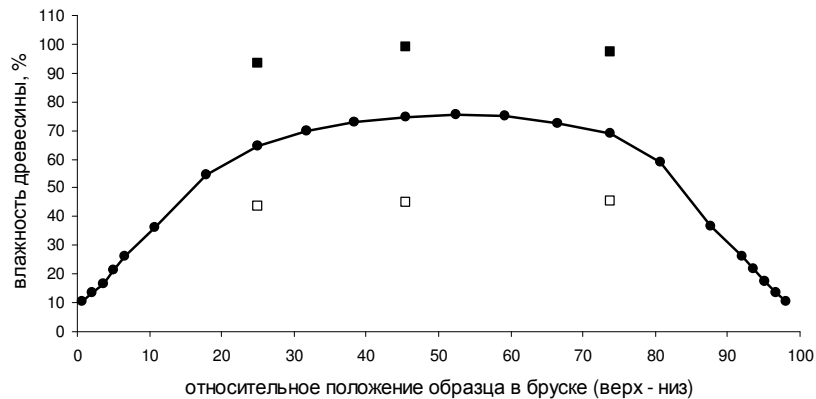


Рис. 3. Изменение влажности по глубине образца древесины тополя через 1128 ч после начала испарения при экспонировании торцовых поверхностей: черные квадратика – влажность более влажных зон, белые квадратика – влажность более сухих зон на данном сечении

При экспонировании двух торцовых поверхностей наблюдалась значительная неравномерность распределения воды по сечению. По прошествии любого периода времени после начала высыхания, даже через 1128 часов, во внутренних зонах на большей протяженности образца четко выделялись значительно более влажные и значительно более сухие зоны (см. рис. 3). При этом влажность сухих зон снижалась до значений порядка 45–50%, в то время как влажность смежных с ними зон была высокой (90–100%) и оставалась близкой к начальной влажности древесины.

По длине образца сухие и влажные зоны имели клиновидную форму и характеризовались относительной стабильностью положения на поперечном сечении по всей длине.

Влажность внутренних зон образцов определялась в первую очередь соотношением сухих и влажных зон по площади сечения.

Результаты данной работы полностью совпадают с полученными ранее данными, как для древесины тополя, так и других лиственных и хвойных пород [1, 2].

Появление клиновидных сухих зон связано с осевой ориентацией прозенхимных элементов древесины тополя, в первую очередь сосудов. Снижение влажности при высыхании начинается за счет испарения свободной воды в части наиболее широкополостных элементах; затем этот процесс распространяется в поперечном направлении и захватывает примыкающие как широкополостные, так и узкополостные элементы, формируя сухую зону. Вероятно, при формировании сухих зон свободная вода частично переходит в полости клеток смежных влажных зон; при этом по влажным зонам может происходить перемещение свободной воды в продольном направлении от внутренних участков к приторцовым, в которых происходит испарение воды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Леонтьев Л.Л. Особенности высыхания древесины некоторых лиственных пород при экспонировании радиальной, тангенциальной и торцовой поверхности // Леса России в XXI веке: материалы десятой международной науч.-технич. интернет-конференции. – СПб., 2012. – С. 4–14.
2. Леонтьев Л.Л. Особенности высыхания древесины сосны при экспонировании радиальной, тангенциальной и торцовой поверхности // Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса: Материалы международной н.-т. конференции. – Кострома, 2012. – С. 22–24.

УДК 674.031.734.3

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ КАВКАЗСКОЙ ЛЕСНОЙ ГРУШИ (*Pyrus caucasica* A.Fed)

Э.Д. Лобжанидзе, д-р биол. наук, профессор, академик ИАВС
Институт леса им. В.З.Гулисашвили, 0179, г. Тбилиси, Грузия
nqurage@yahoo.com

М.Д. Габуния, д-р биол. наук, профессор, Кутаиси, Грузия

М.С. Зеделашвили, д-р биол. наук, Тбилиси

М.С. Чкоидзе, д-р биол. наук, Тбилиси

В статье приведены результаты исследования анатомической структуры и физико-механических свойств древесины кавказской лесной груши, с целью ее применения в производстве по целевому назначению.

Из двадцати шести видов рода «*Pyrus*», существующих на Кавказе, в Грузии произрастает 11. Они являются деревьями или колючими кустарниками произрастающими в ксерофильном ареале.

В юго-восточной Грузии, в Ширак-Эльдарской полупустыне встречаются редкие и вымирающие виды (*P. Eldarica* A. Cross., *P. Sachokia* Kutut., *P. Demetrii* Kutut.), которые важны для изучения истории дендофлоры Кавказа и внесены в «Красную книгу Грузии» (1982 г.).

Из одиннадцати видов, рода «*Pyrus*», произрастающих в Грузии, перспективным с лесопромышленной точки зрения является только одна – высокая, ровностволовая и полнодревесная порода, кавказская лесная груша. Высота дерева достигает 20–25 м, диаметр – 60–70 см. Продолжительность жизни до 250–300 лет, отличается экологической пластичностью. В субальпийском поясе достигает 2000 м н.у.м.

Спелодревесная, рассеянососудистая порода. Сосуды тонкостенные, диаметром 70–120 мк. Их малые группы расположены радиальными цепочками. Годичные кольца выражены ярко. Переход от ранней древесины в позднюю постепенный. В поздней древесине количество сосудов и их диаметр уменьшается. Терминальная полоска древесины в радиальных рядах содержит 3-4 тангенциально удлиненных волокнистых трахеид. Масса древесины представлена широкополостными и тонкостенными волокнистыми трахеидами.

Узкие радиальные агрегатные лучи одно-двух-трех рядные. Паренхима древесины диффузная.

Средняя толщина годичных колец древесины 1,6 мм. Плотная масса древесины составляет 35–40%, средняя толщина стенок волокон – 4,5–5 мк, объем радиальных лучей в массе древесины – 18–24%, средняя ширина лучей – 25–35 мк. (рис.1).

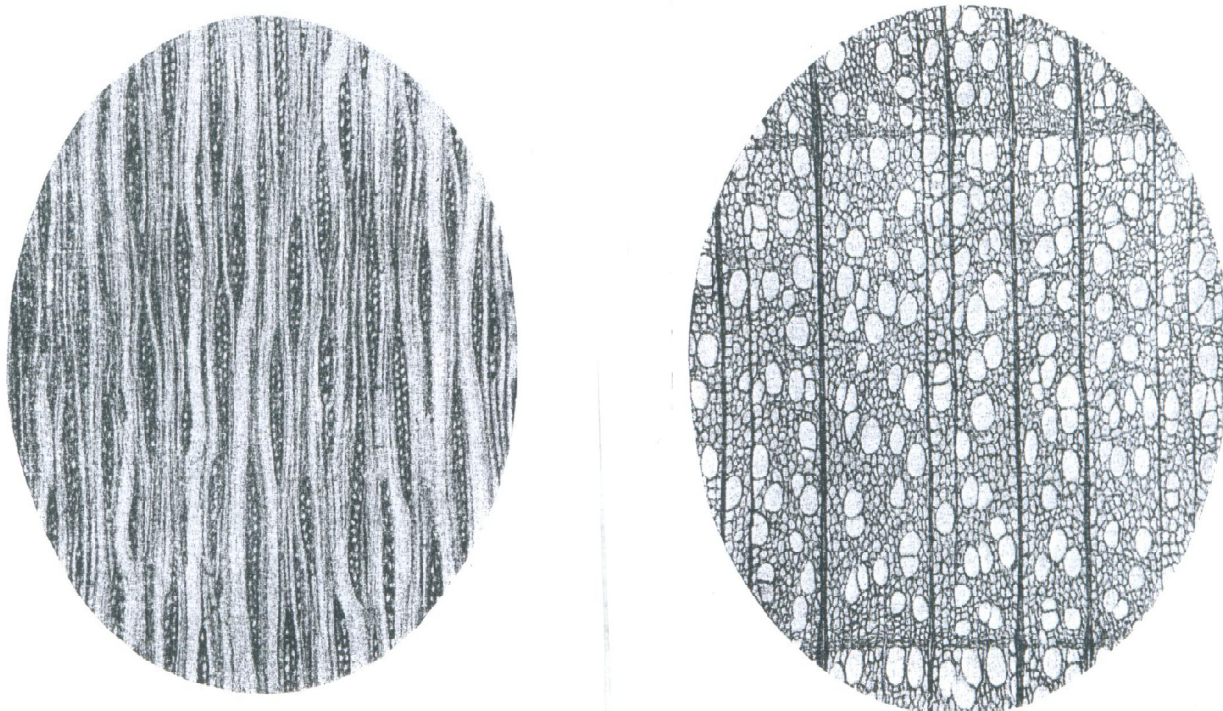


Рис.1. *Pyrus caucasica* A.Fed

Анатомическая структура древесины на поперечном и тангенциальном срезе ствола ув. 75 и 90

Испытания образцов древесины проведены в лаборатории древесиноведения Тбилисского института леса при 12% влажности древесины. Установлено, что древесина кавказской лесной груши характеризуется довольно высокими физико-механическими свойствами (табл. 1).

Таблица 1

Показатели технических свойств древесины кавказской лесной груши (12% влажности)

Средняя ширина годичного кольца, мм	Влажность древесины, %	Плотность древесины, кг/м ³	Предел прочности древесины, кг/см ²				Статическая твердость древесины, кг/см ²			
			при сжатии вдоль волокон	при статическом изгибе поперек волокон, км/см ²		при скалывании вдоль волокон		торцовая	радиальная	тангенциальная
				радиальной	тангенциальной	радиальной	тангенциальной			
1,6	12,0	720	530	1345	1200	106	135	655	586	516

Древесина лесной груши, достаточно тяжелая и прочная, твердая, упругая. Обработывается легко, не трескается. После обработки приобретает красивую фактуру, с гладкой поверхностью. Используется для изготовления мебели, в столярно-токарном деле, хотя население Кавказа бережно относится к этому плодоносящему дереву, в связи с чем ее древесина используется ограниченно.

В прошлом из древесины лесной груши на Кавказе изготавливали дорогую мебель, строганную фанеру, музыкальные инструменты. Древесина пропитанная черной краской представляет имитацию дорогого черного дерева (*Diospyros ebenum*), отличается от него только лишь весом, в результате чего в прошлом на Кавказе, так же как и в Германии и во Франции, из него изготавливались корпуса для фортепиано [2].

Д. Флин и Ч. Холдер отмечают, что аналогичное применение имеет европейская лесная груша (*Pyrus communis*), распространенная в западных странах [3].

А.А. Яценко-Хмелевский отмечал, что в музеях бывшего СССР, Англии и Европы хранится множество дорогих изделий из древесины лесной груши, датируемые XV–XVI вв. [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лобжанидзе Э.Д., Габуня М.Д. Экология камбиальной активности и формирования древесины. Тбилиси, 2008. – 512 с.
2. Яценко-Хмелевский А.А. Древесина Кавказа. Т. 1. – 1954. – 674 с.
3. Flin J.H., Holder Ch.D. Guide to useful woods of the world (second edition). – Madison, Wisconsin. 2001/ – 618 с.
4. Panshin A.J. Dezeew C. Textbook of wood Technology. – 4-th. – New-York, 1980. – 722 с.

УДК 674-416:674.04

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАННОГО ШПОНА

Е.В. Микрюкова,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.
lemikora@ya.ru

Н.А. Яналова,

студент гр. ТД-51, ФГБОУ ВПО ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.
dushadbb@mail.ru

О.В. Павлова,

студент гр. ТД-51, ФГБОУ ВПО ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.
lala01.10@mail.ru

В статье представлены результаты исследований физико-механических свойств термомодифицированного шпона.

Термомодифицированная древесина отличается экологичностью и обладающий рядом положительных свойств: высокими водо-, влаго- и биостойкостью; более низкая плотностью; более ярко выраженной текстурой.

В европейских странах термомодифицированную древесину применяют уже давно. Спрос на нее неуклонно растет и превышает предложение. В нашей стране производством термомодифицированной древесины стали заниматься сравнительно недавно, поэтому в настоящий момент актуальными являются исследования, направленные на изучение свойств термодревесины тех пород, которые произрастают в России. [1].

Помимо положительных свойств термомодифицированной древесины есть показатель, снижающий ее конкурентоспособность по сравнению с другими материалами, например металлами или пластиками – цена. Выход из этой ситуации мы видим в том, что различные древесные материалы можно облицевать термомодифицированным шпоном, тем самым повысится производительность, уменьшится энергозатраты, а, следовательно, и себестоимость материала.

Цель исследования - сравнение физико-механических свойств лущеного шпона различных пород древесины до и после термомодифицирования.

Для исследования были взяты образцы лущеного шпона толщиной 1,5 мм трех пород: березы, осины и ели.

Термомодифицированный шпон получен контактным способом, путем подвода тепловой энергии к обрабатываемому материалу с помощью теплопроводящих поверхностей, представляющих собой металлические пластины.

Для проведения экспериментальных исследований применялось следующее оборудование и инструмент: машина испытательная Р-10; весы аналитические АF-R220CE, штангенциркуль ШЦ-II, микрометр МК25. Исследования проводились на базе учебно-исследовательской лаборатории Поволжского государственного технологического университета. Для исследования прочности термомодифицированного шпона на растяжение вдоль волокон и для определения плотности был произведен отбор образцов в соответствии с ГОСТ 20800–75 [2]. Для каждого вида испытаний было отобраны образцы лущеного шпона трех пород: березы, осины и ели. Для исследования прочности шпона на растяжение вдоль волокон размеры образцов 200×20×1,5 мм, а для исследования плотности – 100×100×1,5 мм.

Испытания проводились для лущеного шпона термомодифицированного при температуре 180 °С и 220 °С, а также для контрольных образцов лущеного шпона, высушенного при температуре 100 °С. Влажность образцов в момент испытания измерялась весовым способом.

На рисунке 1 показаны образцы лущеного обычного и термомодифицированного шпона для испытаний. Результаты испытаний представлены в таблице. Для обычного шпона указана температура сушки (100 °С).

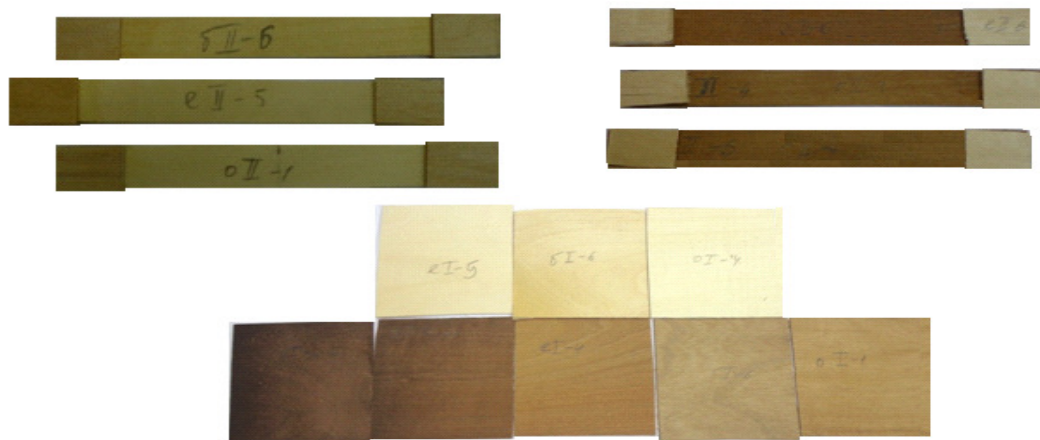


Рис. 1. Образцы для испытаний

Таблица

Результаты испытаний лущеного шпона

Порода	Температура модифицирования, °С	Влажность, %	Прочность при растяжении вдоль волокон, МПа		Плотность, кг/м ³	
Осина	100	4,7	64,8	60,1	436,8	450,2
	180	2,0	54,0	48,1	422,1	423,3
	220	1,9	45,2	40,6	406,9	408,0
Береза	100	5,1	66,7	63,2	485,7	520,5
	180	1,9	54,6	49,1	442,0	485,5
	220	1,8	52,1	46,8	408,3	471,2
Ель	100	3,9	64,5	59,2	451,7	429,1
	180	1,9	52,0	46,8	424,0	412,7
	220	1,9	-	-	403,0	402,4

На рисунке 2 показано сравнение плотности лущеного шпона различных пород до и после термомодифицирования.

Плотность снижается на 3–10 % в зависимости от породы древесины и температуры термомодифицирования. Чем выше температура модифицирования, тем ниже плотность. Снижение плотности термомодифицированного шпона является на наш взгляд положительным фактором и может способствовать облегчению конструкций с применением этого материала.

На рисунке 3 показано сравнение прочности при растяжении вдоль волокон и лущеного шпона различных пород до и после термомодифицирования.

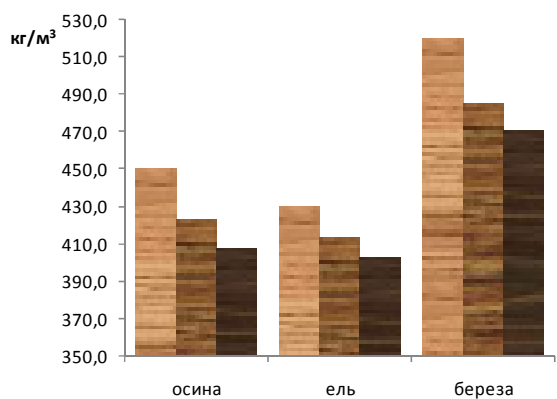


Рис. 2. Плотность лущеного шпона при влажности 12%

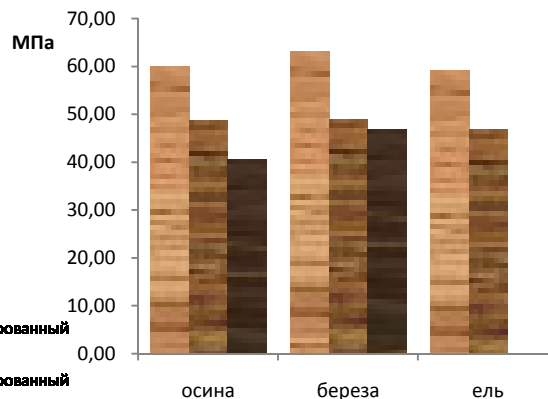


Рис. 3. Прочность лущеного шпона при растяжении вдоль волокон при влажности 12%

В процессе термомодифицирования лущеного шпона снижается его прочность на растяжение вдоль волокон на 19–32%. Чем выше температура модифицирования, тем ниже прочность лущеного шпона при растяжении вдоль волокон.

Снижение прочности безусловно отрицательный фактор, ограничивающий применение термомодифицированного шпона в ответственных конструкциях. Но это компенсируется другими положительными свойствами, приобретаемыми древесиной в процессе термообработки, а именно, повышенной био-, водо- и влагостойкостью, высокими декоративными свойствами.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что от обычного лущеного шпона термомодифицированный отличается:

- пониженной прочностью при растяжении вдоль волокон (для шпона модифицированного при 180 °С для всех рассматриваемых пород на 19–22 %, а модифицированного при температуре 220 °С – на 26–32 %),
- более низкой плотностью (плотность лущеного шпона модифицированного при температуре 180 °С для осины уменьшилась на 6%, ели на 3,8%, березы на 6,7%, в то время как плотность лущеного шпона термомодифицированного при температуре 220 °С для осины уменьшилась на 9,4%, ели на 6,2%, березы на 9,5%).

Результаты экспериментальных исследований физико-механических свойств термомодифицированного шпона позволяют сделать вывод, что он может найти применение в качестве облицовки мебельных щитов, при производстве фанеры, декоративных облицовочных панелей, а также в различных многослойных клееных конструкциях.

Это предварительные результаты исследований свойств термомодифицированного шпона. Необходимо проведение более широких и глубоких исследований в этой области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яналова, Н.А. Экспериментальные исследования физико-механических свойств термомодифицированной древесины дуба // Деревообрабатывающая промышленность. – 2012. – № 3. – С. 66–68.
2. ГОСТ 20800–75. Шпон лущеный. Методы испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 7 с.

УДК 630.81

ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ СОСНЫ В ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЗАПАДНОГО РЕГИОНА УКРАИНЫ

В.П. Рябчук,

д-р с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой ботаники, древесиноведения и недревесных ресурсов леса
botforest@ukr.net

Т.В. Юскевич,

канд. с.-х. наук, доцент кафедры ботаники, древесиноведения и недревесных ресурсов леса,
Yuskevich_Taras@ukr.net

Национальный лесотехнический университет Украины (НЛТУ Украины), НЛТУ Украины, г. Львов, Украина

В статье рассматриваются основные механические свойства древесины интродуцированных видов сосны (с. Банкаса, с. Веймутова, с. жесткой, с. черной), произрастающих в лесных насаждениях Западного региона Украины.

При использовании древесины в качестве строительного и облицовочного материала, а также в процессе технологической обработки древесины, существенное значение имеют ее механические свойства. Они, как известно, характеризует способность материала сопротивляться механическим усилиям [6,7]. Однако механические свойства древесины интродуцированных видов сосны, которые растут в лесных насаждениях Украины, изучены недостаточно, а некоторые из них и вообще не исследованы. Поэтому нашей целью было изучить основные механические свойства древесины интродуцированных видов сосны (с. Банкаса, с. Веймутова, с. жесткой, с. черной), произрастающих в лесных насаждениях Западного региона Украины. Для контроля определяли свойства древесины сосны обыкновенной. Для проведения запланированных исследований нами были отобраны модельные экземпляры интродуцированных видов в приспевающих лесных насаждениях Львовского областного управления лесного и охотничьего хозяйства. Из отобранных модельных деревьев были изготовлены образцы древесины для проведения экспериментов по изучению физико-механических свойств древесины. Отбор модельных экземпляров, изготовление образцов и непосредственно исследования проводили в соответствии с установленными требованиями действующих стандартов [2, 5, 7].

Вид показателей, характеризующих способность древесины деформироваться, представляют собой постоянные упругости. Эти показатели устанавливаются путем механических испытаний при сравнительно кратковременном воздействии нагрузок ограниченной величины, что обусловлено необходимостью соблюдать условия упругого деформирования древесины. Испытания проводили при помощи разрывной машины ИР 5057-50. Результаты проведенных исследований по изучению предела

прочности при статическом изгибе и сжатии вдоль волокон древесины интродуцированных видов сосны приводим в табл. 1.

Таблица 1

Предел прочности при статическом изгибе и сжатии вдоль волокон
древесины интродуцированных видов сосны, МПа

Вид сосны	Часть ствола	При изгибе		При сжатии	
		σ_w	σ_{12}	σ_w	σ_{12}
С. Банкса	Комель	84,8	79,4	55,2	52,6
	Средина	74,2	69,1	48,7	46,2
	Верх	69,0	64,1	47,0	42,6
Среднее		76,0	70,9	50,3	47,1
С. Веймутова	Комель	78,3	72,9	47,5	43,0
	Средина	73,4	68,8	45,4	41,1
	Верх	71,9	67,2	47,3	43,0
Среднее		74,5	69,6	46,7	42,4
С. жесткая	Комель	87,6	83,8	53,7	51,5
	Средина	76,8	72,0	47,9	45,8
	Верх	71,0	66,7	45,2	42,1
Среднее		78,5	74,2	48,9	46,5
С. обыкновенная	Комель	89,7	88,8	41,5	39,9
	Средина	72,5	71,9	38,9	36,5
	Верх	67,1	66,6	35,6	34,3
Среднее		76,4	75,8	38,7	36,9
С. черная	Комель	106,5	99,1	68,0	65,1
	Средина	87,3	82,6	50,5	48,3
	Верх	81,9	77,0	50,4	46,0
Среднее		91,9	86,2	56,3	53,1

Примечание: σ_w – Предел прочности образца с влажностью w в момент исследования; σ_{12} – предел прочности образца с влажностью 12 %.

Как видно из данных табл. 1, высокие значения показателя предела прочности при статическом изгибе отмечено у древесины сосны черной. Так, по нашим данным, они колеблются в пределах 77,0–99,1 МПа. Низкие значения предела прочности при статическом изгибе выявлено у древесины сосны Веймутова (69,6 МПа) и сосны Банкса (70,9 МПа). Также следует отметить, что исследуемый показатель у древесины сосны жесткой и сосны обыкновенной близкие по значениям и составляют в среднем 74,2 и 75,8 МПа соответственно.

Согласно данным ученых, значение предела прочности при статическом изгибе древесины сосны обыкновенной для условий Украины составляет 81,5 МПа, а колебания значений данного показателя для разных регионов составляет 75,5–95,1 МПа [2]. По данным этих авторов предел прочности при статическом изгибе древесины сосны Веймутова, которая росла в Беларуси, составляет 66,6 МПа, в Литве – 57,3 МПа и Латвии – 45,0 МПа [2]. Также данные авторы приводят значение исследуемого показателя для древесины сосны черной (Латвия), который составляет 54,7 МПа, а с Кавказа – 77,2 МПа [2]. По данным С.В. Жмурко [4], предел прочности при статическом изгибе древесина сосны Банкса составляет: в комлевой части ствола – 79,2 МПа; в средней части ствола – 75,5 МПа; в верхней части – 58,6 МПа, при среднем значении данного показателя 71,3 МПа. Древесина сосны жесткой характеризуется значением предела прочности при статическом изгибе 74,5 МПа [2].

Относительно показателя предела прочности при сжатии вдоль волокон древесины интродуцированных видов, то по нашим данным, у древесины сосны Веймутова значение его составляет 42,4 МПа. Древесина сосны жесткой и сосны Банкса характеризуется близкими значениями данного показателя, по нашим данным составляет соответственно 46,5 и 47,1 МПа. Как и в предыдущем случае, высокие значения исследуемого показателя отмечено у древесины сосны черной, который составляет 53,1 МПа (см. табл. 1).

По данным ученых, изучавших данный показатель, древесина сосны обыкновенной, произрастающей в условиях Украины составляет 44,1 МПа. Также необходимо отметить, что предел прочности при сжатии вдоль волокон древесины сосны Веймутова, произрастающей в условиях Беларуси составляет 38,1 МПа, в условиях Литвы – 33,6 МПа, в условиях Латвии – 31,3 МПа. Значения изучаемого показателя древесины сосны черной, произрастающей в условиях Латвии составляет 47,3 МПа, а в условиях Кавказа – 45,3 МПа. Древесина сосны жесткой характеризуется значением изучаемого показателя в 36,4 МПа [2].

Результаты по изучению ударной вязкости при изгибе и ударной твердости древесины интродуцированных видов сосны приведены в табл. 2.

По нашим данным (см. табл. 2) ударная вязкость при изгибе древесины сосны Веймутова отмечена низким значением и составляет 29,6 кДж/м². Значения изучаемого показателя у древесины сосны Банкса и сосны жесткой близкие и составляет 33,8 и 33,6 кДж/м² соответственно. Древесина сосны

черной характеризуется несколько высшим значением ударной вязкости при изгибе, которое составляет в среднем 38,6 кДж/м². Также древесина сосны обыкновенной имеет значения изучаемого показателя 34,4 кДж/м².

Таблица 2

Ударная вязкость при изгибе и ударная твердость древесины интродуцированных видов сосны

Вид сосны	Часть ствола	Ударная вязкость, кДж/м ²		Ударная твердость, Дж/см ²		Коэф. неоднор.
		A _w	A ₁₂	A _w	A ₁₂	
С. Банкса	Комель	44,6	43,3	0,99	0,98	0,89
	Средина	30,8	30,1	0,93	0,91	0,87
	Верх	28,9	28,1	0,84	0,82	0,92
Среднее		34,8	33,8	0,92	0,90	0,89
С. Веймутова	Комель	32,3	30,9	0,67	0,64	0,86
	Средина	31,0	29,6	0,63	0,60	0,87
	Верх	29,5	28,3	0,63	0,60	0,85
Среднее		30,9	29,6	0,64	0,61	0,86
С. жесткая	Комель	42,1	40,8	0,90	0,87	0,86
	Средина	31,4	30,5	0,81	0,79	0,86
	Верх	30,5	29,6	0,79	0,77	0,91
Среднее		34,7	33,6	0,83	0,81	0,88
С. обыкновенная	Комель	47,3	47,4	0,84	0,83	0,86
	Средина	28,0	28,0	0,69	0,69	0,86
	Верх	27,7	27,7	0,68	0,68	0,86
Среднее		34,3	34,4	0,74	0,73	0,86
С. черная	Комель	50,0	48,0	1,17	1,12	0,86
	Средина	36,8	35,6	0,89	0,86	0,88
	Верх	33,4	32,1	0,81	0,78	0,85
Среднее		40,1	38,6	0,96	0,92	0,86

По данным ученых, ударная вязкость при изгибе древесины сосны обыкновенной, произрастающей в условиях Украины, составляет 41,3 кДж/м². Древесина сосны жесткой, по данным А.М. Боровикова, Б.Н. Уголева (1989) характеризуется значением ударной вязкости при изгибе в 33,0 кДж/м² [2]. Согласно европейским нормам ударная вязкость при изгибе древесины сосны обыкновенной составляет 55 кДж/м², древесины сосны черной – 21 кДж/м², древесины сосны Веймутова – 38 кДж/м² [3]. Ударная твердость древесины сосны обыкновенной по данным ученых составляет 0,72–0,73 кДж/м² [1–3].

Таким образом, нами установлено, что наиболее высокие показатели основных механических свойств присущи древесине сосны черной, а самые низкие – древесине сосны Веймутова. Исходя с проведенных исследований, по механическим свойствам, древесина интродуцированных видов сосны не уступает данным показателям древесины сосны обыкновенной, а по некоторым параметрам даже превосходят ее.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Божок О.П., Вінтонів І.С. Деревинознавство с основами лісового товарознавства. – К.: НМК ВО, 1992. – 320 с.
2. Боровиков А.М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 296 с.
3. Вінтонів І.С., Сопушинський І.М., Тайшінгер А. Деревинознавство. – Львів: РВВ УкрДЛТУ, 2005. – 256 с.
4. Жмурко С.В. Сосна Банкса (*Pinus Banksiana* Lamb.) в лісових культурах Західного і Малого Полісся України: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.03.01 / Український держ. лісотехнічний ун-т. – Львів, 2004. – 20 с.
5. Леонтьев Н.Л. Техника испытаний древесины. – М.: Лесн. пром-сть, 1970. – 160 с.
6. Перельгин Л.М. Строение древесины. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – 200 с.
7. Уголев Б.Н. Испытания древесины и древесных материалов. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 251 с.

КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ

Е.Ю. Салдаева,

ст. преп. каф. ССТ ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ

Е.М. Цветкова,

аспирант, ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ

saldaevaey@volgastech.net

Рассматриваются факторы, влияющие на точность вибрационного метода с помощью инструмента контроля качества диаграммы Исикава.

Одним из реальных путей сохранения и приумножения запасов такого уникального природного сырья как резонансная древесина является ранняя диагностика дендроакустических свойств, позволяющая отобрать уникальные экземпляры без спиливания дерева из естественного подростка или лесных культур и по соответствующей технологии организовать целевое лесовыращивание с прогнозируемыми техническими показателями древесины.

Наибольший практический интерес и, главное, реальные возможности в этом направлении имеет установление связи между упруго-механическими и резонансными свойствами древесины.

Ряд проведенных исследований показал, что наиболее простым и точным методом определения упруго-механических свойств древесины является виброакустический метод [1, 2].

Данный метод основан на выявлении собственной частоты образца f при пропускании через него детерминированного звукового сигнала с повышающейся частотой и определения $E_{дин}$ с учетом его длины, диаметра и плотности образца.

Точность определения динамического модуля упругости зависит от многих факторов. Для определения главных факторов (причин) была использована причинно-следственная диаграмма по предложенному К.Исикава правилу 5 «М» [3]. В соответствии с ним все причины полученных результатов разделяем на 5 групп:

- 1) Люди (men)
- 2) Материал (material)
- 3) Оборудование (machine)
- 4) Измерение (measurement)
- 5) Метод (method)

Определив причины первого порядка, выявляем причины второго и третьего уровня. Полученная причинно-следственная диаграмма представлена на рисунке.

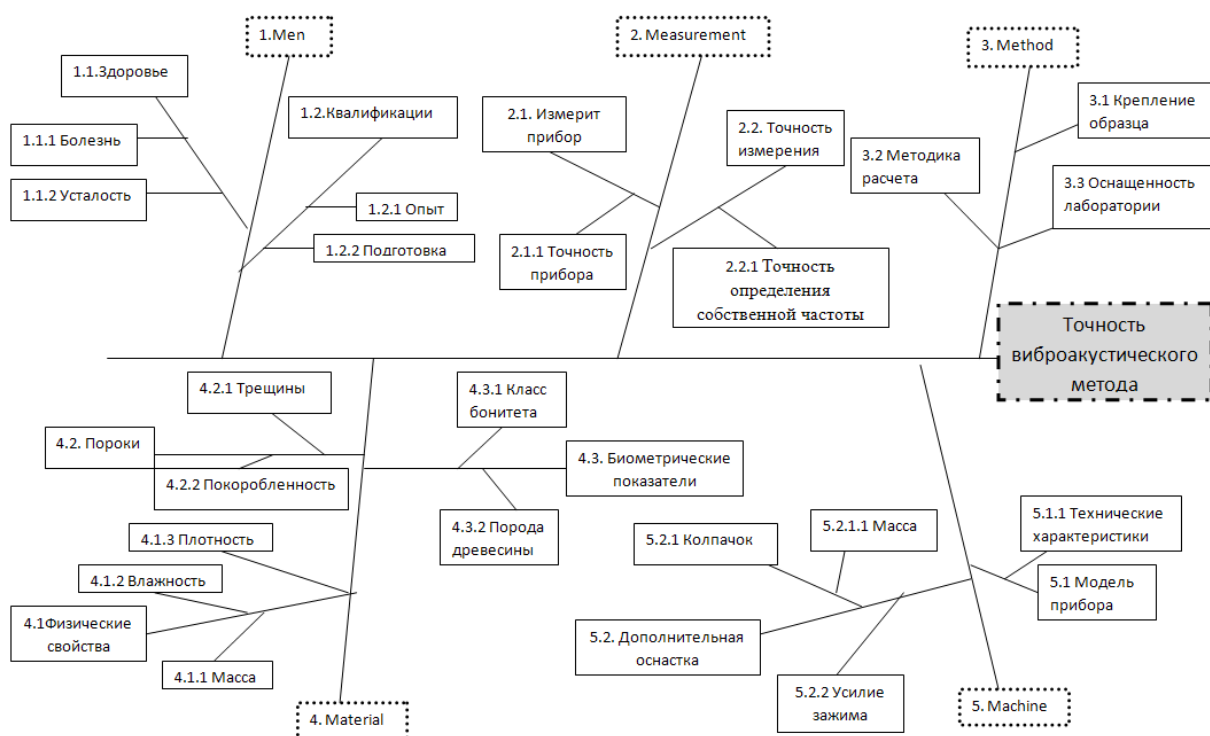


Рис. Причинно-следственная диаграмма Исикава

С помощью этого инструмента можно не только определить факторы, влияющие на объект, но и выявить их относительную значимость. С этой целью сотрудниками Лаборатории Квалиметрии резонансной древесины была проведена экспертная оценка выявленных факторов. Для этого экспертным методом оценивалась важность каждого показателя. Далее определялась весомость каждого единичного показателя качества, исходя из того, что комплексный показатель в группе должен равняться единице по формуле:

$$P_i = V_i / \sum V_i,$$

где V_i – важность каждого показателя; P_i – весомость каждого единичного показателя качества.

Полученные результаты экспертной оценки представлены в таблице.

Таблица

Экспертная оценка факторов, влияющих на точность виброакустического метода

Номер группы	Номер подгруппы	Номер и наименование показателя	V_i Важность показателя, по шкале от 0 до 1	Весовой коэффициент, P_i
1 Люди (men)	1.1 Здоровье	1.1.1 Болезнь	0,3	0,0252
		1.1.2 Усталость	0,5	0,0419
	1.2 Квалификация	1.2.1 Опыт	0,7	0,0587
		1.2.2 Подготовка	0,85	0,0713
2 Измерение (measurement)	2.1 Измерительный прибор	2.1.1 Точность прибора	0,8	0,0671
	2.2 Точность измерения	2.2.1 Точность определения собственной частоты	0,86	0,0721
3 Метод (method)	3.1 Крепление образца		0,78	0,0654
	3.2 Методика расчета		0,8	0,0671
	3.3 Оснащенность лаборатории		0,6	0,0503
4 Материал (material)	4.1 Физические свойства	4.1.1 Масса и размеры образца	0,48	0,0403
		4.1.2 Влажность	0,55	0,0461
		4.1.3 Плотность	0,6	0,0503
	4.2 Пороки	4.2.1 Трещины	0,3	0,0252
		4.2.2 Покоробленность	0,52	0,0436
	4.3 Биометрические показатели	4.3.1 Класс бонитета	0,33	0,0277
		4.3.2 Порода древесины	0,54	0,0453
5 Оборудование (machine)	5.1 Модель прибора	5.1.1 Технические характеристики	0,79	0,0663
	5.2 Дополнительная оснастка	5.2.1 Колпачок	0,75	0,0629
		5.2.2 Усилие зажима	0,87	0,0730

Таким образом, наибольшее влияние на точность виброакустического метода, по мнению экспертов, оказывает точностью измерения собственной частоты колебаний образца, которая во многом зависит от длины образца, и усилия крепления образца в консольном зажиме.

Также не маловажными факторами являются технические характеристики прибора и методика проведения диагностики акустических свойств древесины. В данный момент проводятся исследования по определению значения каждого фактора для дальнейшего учета или исключения его влияния.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Федюков В.И., Салдаева Е.Ю., Цветкова Е.М. Ранняя диагностика технического качества подростка как важный элемент интенсификации лесопользования в России // Лесной журнал. – 2012.– №6. – С. 16–23.
- 2 Салдаева Е.Ю., Цветкова Е.М. Определение жесткости молодых деревьев ели // Материалы международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса», КГТУ. – Кострома, 2012. – С. 45–48.
- 3 Суров В.П., Рыкунина И.С. Управление качеством продукции деревообрабатывающих производств: учеб. пособие. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. –191с.

А.А. Колесникова,канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «ПГТУ», г. Йошкар-Ола, РФ
Kolesnikovaaa@volgatech.net**Е.Г. Ялпаева,**магистр гр. ТЛДПм-22, ФГБОУ ВПО «ПГТУ», г. Йошкар-Ола, РФ
yalpaeva_elena@mail.ru*В статье рассматривается методика отбора резонансной древесины ели в условиях оврага и показатели ее свойств.*

Гусли, сердце раскройте мое,
птица-песня, людей позови...
И поешь ты звончей соловья,
ненаглядная лада моя... [1].

Музыкальный инструмент, творящий чудеса мелодий, был отдушиной в горести, помощницей в пути, птицей-песней, ведущей в бой. Гусли так и остались символом гордого, красивого, трудолюбивого, несклоняемого тяготами жизни горномарийского народа, проживающего на правом берегу р. Волги.

Изготавливали их древние мастера из народа. Звучность древесины при отборе устанавливали путем выстукивания ствола дерева. У древесины высокого качества издавался ясный звонкий звук, легко определяемый на слух по высоте тона.

Актуальность резонансной древесины, сохранение ее генофонда, методы исследования, отбора в растущем состоянии отмечались у многих исследователей, приведенных в [2, 3].

По исследованиям различных авторов, лучшие акустические свойства наблюдаются у ели, выросшей в суровых условиях произрастания не менее 100 лет. Получается - красиво поет древесина, прожившая нелегкую долгую жизнь.

Цель исследований – выявление резонансных свойств и характера зависимости акустических показателей и плотности древесины овражной ели от относительной высоты и места расположения деревьев на склонах оврага.

Рельеф Горномарийского района Республики Марий Эл неровный – в сочетании полей и оврагов.

Сами овраги имеют сложную структуру. Множество ветвлений, ориентированных хаотично в разные стороны, имеют различную глубину. Склоны оврагов также могут быть как пологие, так и крутые. Почва на дне оврагов может быть все лето влажной из-за глубины и затененности или протекает ручей от родников, а может быть сухой.

При образовании оврагов на крутых склонах смывается плодородный почвенный покров, а на пологих – может оседать. На склонах оврагов в таких условиях происходит естественное возобновление растительного покрова – кустарниковых растений, смешанных древостоев, а из хвойных пород – ели.

Овраг находится в 58 квартале Еласовского лесного участка Козмодемьянского лесничества. Породный состав по таксационным показателям лесоустроительных работ представлен в табл. 1

Таблица 1

Породный состав по таксационным показателям лесоустроительных работ

№ выдела	29	30	31	32	33	34	35	39	40
Породный состав	10Б	8Б1Е1С	6Е4Б	9Б1Е	5С5Б	8Б2Е	9Б1С	7Б3Е	10Б
Площадь, га	1,4	2,1	2,8	5,5	1,0	2,3	5,4	2,5	7,0

Для исключения влияния углов наклона ветвлений оврага относительно сторон света в первом эксперименте был выбран овраг, расположенный с запада на восток. На южном и северном склонах оврага, были отобраны деревья ели в порядке изменения высоты склона (рис. 1). На дне оврага протекает ручеек с востока на запад.

Расстояние от дна оврага до корневой шейки ели по склону, а также расстояние между деревьями ели измеряли рулеткой, угол между осью ствола и склоном – угломером (транспортиром и отвесом).

Расчетным путем были определены глубина H от южной кромки оврага до корневой шейки ствола каждого дерева и расстояние между деревьями L в горизонтальной плоскости. Тогда получится система прямоугольных координат, позволяющая выполнить геодезическую привязку растущих деревьев с оврагом.

Требования к учетным деревьям были следующие: прямой цилиндрический ствол, без признаков болезней и пороков. С каждого дерева на высоте 1,3 м извлекались керны древесины. Отверстия от кернов на дереве замазывались садовым варом.

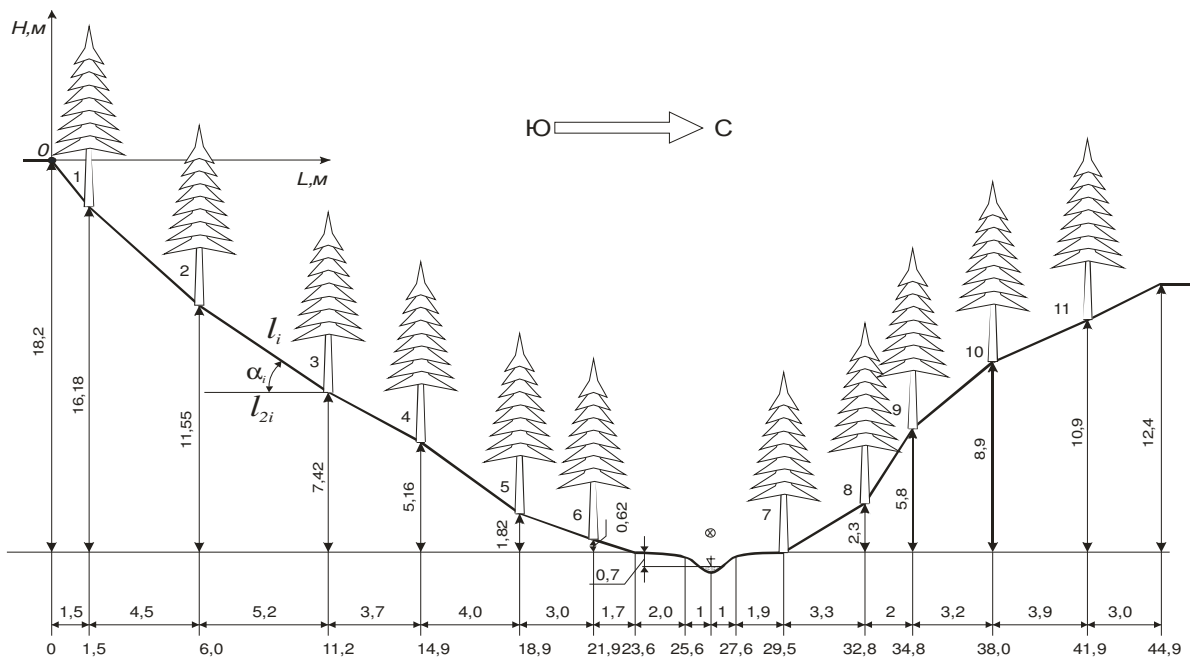


Рис.1. Расположение деревьев ели по склону оврага

На кернах у каждого дерева определяли диаметр и возраст с учетом достижения высоты 1,3 м. После выдерживания в лабораторных условиях с помощью приборов и оборудования у кернов определялись показатели: плотность, акустическую константу.

Графики зависимости плотности ρ (кг/м³) древесины кернов из деревьев ели южного и северного склона от относительной глубины расположения деревьев, приведенные на рис. 2, построены по следующим формулам соответственно:

$$\rho = 261,7560 \exp(0,0072523(-H)); \quad (1)$$

$$\rho = 258,10926 \exp(0,00019763(-H)^{2,25165}). \quad (2)$$

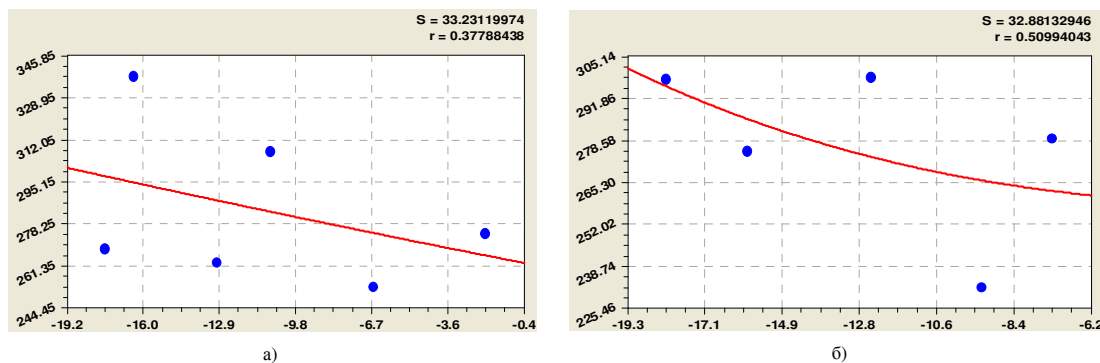


Рис. 2. Изменение плотности древесины керна южного (а) и северного (б) склона

Плотность древесины керна по мере уменьшения глубины оврага имеет тенденцию к снижению. Разброс показателя для разных деревьев значительный, коэффициент корреляции в обоих случаях меньше 0,7.

Картины изменения акустической константы K (м⁴/кг·с) по южному и северному склонам взаимно противоположны, рис. 3. В частности, по мере изменения места расположения дерева от дна оврага к середине по южному склону, где ствол находится практически в тени склона, показатель резонансных свойств древесины нарастает, а ближе к краю оврага убывает.

А на северном склоне наблюдается обратная картина. У дерева, произрастающего на самом крутом склоне, ближе к середине, где плодородный слой почвы смыт, в наиболее освещенном месте, акустические свойства резко снижаются. На высокий акустический показатель древесины дерева на дне оврага могут влиять и гидрологические параметры ручья [4].

При втором эксперименте было отобрано 12 деревьев ели из разных ветвлений оврага [5], которые расположены под разным углом относительно сторон света (север-юг). Общая глубина ветвлений оврагов, расстояние от края и дна оврага до места произрастания деревьев также разное.

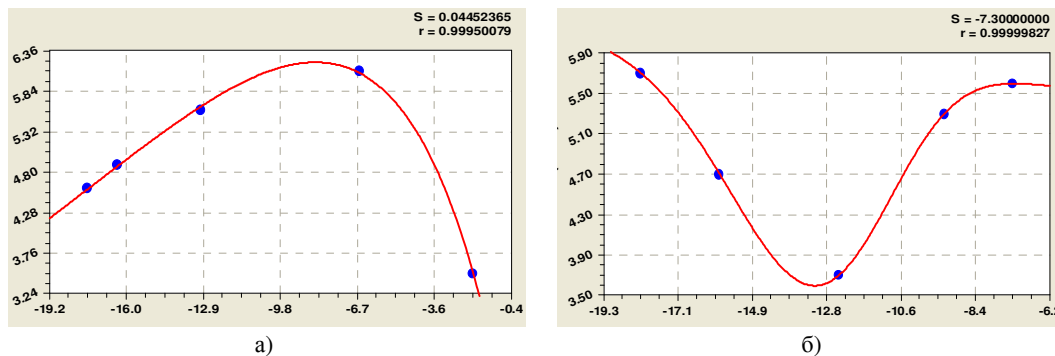


Рис. 3. Изменение акустической константы древесины ели южного (а) и северного (б) склона оврага

Влияние общей глубины H оврага и глубины H_1 от края оврага до места произрастания дерева на акустическую константу имеют одинаковый характер и описываются общей формулой (3), параметры которой показаны в табл. 2.

$$K = a \cdot \exp(bx) \quad (3)$$

Таблица 2

Параметры формулы (3)

Показатель зависимости	Коэффициент корреляции r	Параметры	
		a	b
$K(H)$	0,61	2,5317	0,01646
$K(H_1)$	0,66	2,7514	0,01642

Влияние высоты оврага от дна до места произрастания описывается формулой (4)

$$K = 9,02543 - 4,4755 H_2^{0,2641} \cdot \exp(-0,03922 H_2) \quad (4)$$

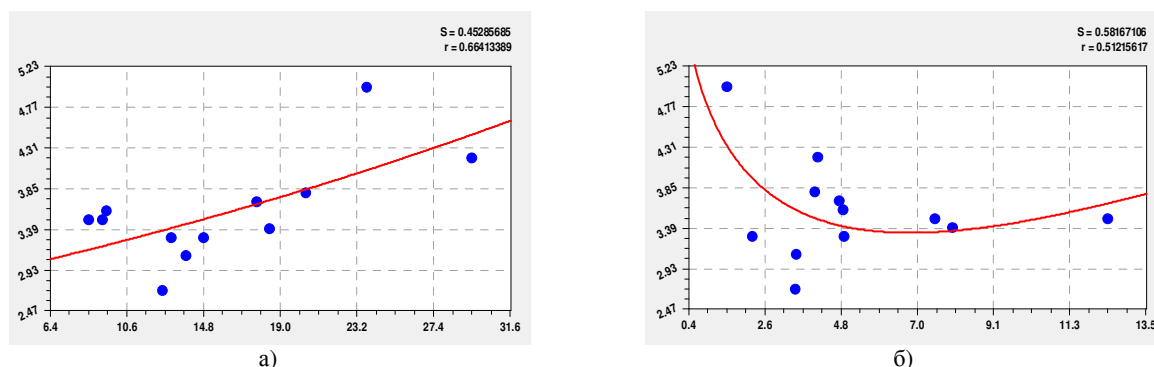


Рис. 4. Влияние глубины от края (а) и высоты от дна (б) оврага на акустическую константу

Более тесная связь в виде прямолинейной зависимости акустической константы наблюдается с местом произрастания относительно края оврага и общей глубины оврага. Значения акустической константы возрастают по мере удаления места произрастания дерева от края оврага.

Влияние места произрастания от расстояния до дна оврага имеет сложный характер, вероятно связанный с увлажненностью и плодородностью почвы. Ближе ко дну оврага встречаются деревья, как с высокими, так и с низкими акустическими показателями.

Выводы. Сравнение значений акустической константы показало, что ель произрастает на склонах и ветвлениях оврагов по-разному. Поэтому отбор резонансной древесины в растущем состоянии нужно выполнять при предварительном анализе акустической константы в разных местах произрастания по склонам оврагов.

Изученные деревья ели с значением акустической константы на ядрах выше $4,0 \text{ м}^4/(\text{кг}\cdot\text{с})$ свидетельствуют о возможности дальнейшего дорастивания ельника до 100–120 летнего возраста, то есть до 2050–2070 гг., для последующей заготовки резонансных кряжей с высокими акустическими показателями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крупняков А.С. Марш Акпарса. – Йошкар-Ола: Марийское книжное издательство. – 1978. – 430 с.
2. Федюков В.И. Ель резонансная: отбор на корню, выращивание, сертификация: научное издание. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – 204 с.
3. Колесникова, А.А. Исследование свойств древесины по ядрам: научное издание. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. – 178 с.

4. Колесникова А.А., Апремов А.А., Галаятдинов А.Р. Акустические свойства древесины овражных деревьев ели // Деревообр. пром-сть. – 2010. – №2. – С. 29–31.
5. Колесникова А.А., Ялпаева Е.Г. Отбор резонансной древесины в условиях оврага // Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса. – Кострома, 2012. – С. 56–58.

УДК 620.174.22

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ПРИ ИЗГИБЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЛЕЕНОГО БРУСА

А.А. Титунин,

д-р техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.
titunin62@mail.ru

В статье представлены результаты экспертной оценки прочностных свойств пиломатериалов, установлена взаимосвязь модуля упругости с сучковатостью древесины.

К качеству пиломатериалов в производстве клееного бруса предъявляются достаточно высокие требования по наличию сучков, которые влияют на прочностные и деформативные свойства древесины и определяют, таким образом, качество готовой продукции. Определенная взаимосвязь прочностных свойств и сучковатости древесины подтверждена исследованиями отечественных и зарубежных авторов. Достаточно подробно вопросы влияния неоднородностей строения древесины на модуль упругости и другие показатели прочности древесины рассмотрены в работах В.А. Варшавского [1], А.М. Боровикова и Г.Н. Хабаровой [2], W. Cusca [3] и др. Основываясь на полученных результатах, авторами были предложены различные методы оценки влияния макродефекта – сучка на прочностные свойства древесины. Согласно требованиям нормативно-технической документации на большинство отечественных предприятий применяется визуальная сортировка сырья, в ходе которой в зависимости от размеров, состояния, взаимного расположения сучков и других параметров косвенным методом прогнозируется несущая способность материала. В то же время имеется опыт машинной сортировки пиломатериалов по прочности, основанной на непосредственном определении модуля упругости при изгибе вдоль волокон по пласти [4]. Второй способ является более затратным. Однако для практики именно он позволяет учесть большинство факторов, оказывающих влияние на прочностные свойства древесины, в том числе – особенности макростроения, сезон и район заготовки.

С учетом выше изложенного при проведении экспертной оценки качества пиломатериалов, согласно заявке ООО «Русбрус» (г. Кострома), в качестве одного из основных показателей прочности древесины, применяемой для изготовления клееного бруса, принят модуль упругости при изгибе. Объектом исследований являлись обрезные пиломатериалы хвойных пород – ель (*Picea abies*) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), произрастающие в Архангельской, Вологодской, Ивановской, Кировской, Нижегородской и Костромской области. В ходе лабораторных испытаний за период с 12.02.2010 по 20.09.2012 гг. было установлено, что все пиломатериалы независимо от района произрастания по видимым дефектам (сучки, трещины, смоляные кармашки, грибные поражения и пр.) соответствуют техническим условиям ООО «РУСБРУС» Вместе с тем отмечается, что основные значения показателей прочностных свойств пиломатериалов – модуль упругости пиломатериалов при изгибе и плотности определенным варьируются в зависимости от сортности и района произрастания.

В качестве примера в табл. представлены результаты механических испытаний, выполненных в соответствии с ГОСТ 21554.1–81 «Пиломатериалы и заготовки. Методы определения модуля упругости при статическом изгибе» [5].

Размеры пиломатериалов, мм 45×120×2000; порода сосна; влажность пиломатериалов, % 12,3; сорт А и В; схема нагружения образцов – одноточечная по пласти. Аппаратура и инструменты: машина испытательная ДИ-1 с усилием 5000 Н, штангенциркуль по ГОСТ 166–80 с погрешностью измерения 0,05 мм, электровлагомер GANN НТ6, индикатор часового типа по ГОСТ 577–68 для измерения прогиба с погрешностью 0,01 мм.

Минимальное и максимальное значения прикладываемой нагрузки устанавливались 320 Н и 960 Н; приращение нагрузки $\Delta P = 640$ Н. Прогиб измерялся индикатором часового типа при минимальном и максимальном значении нагрузки. Расстояние между центрами опор $L = 1200$ мм. Максимальное значение напряжения при изгибе $\sigma = 5$ МПа.

В соответствии с требованиями стандарта [5] модуль упругости при статическом изгибе (E) с округлением до 0,001 ГПа для каждого образца определялся по формуле

$$E = \frac{1}{4 \cdot 10^3} \frac{\Delta P L^3}{b h^3 \Delta f},$$

где ΔP – приращение нагрузки, Н; L – расстояние между центрами опор, мм; b – ширина образца, мм; h – толщина образца, мм; Δf – приращение прогиба, мм.

Значения прочностных показателей пиломатериалов сорта А и В

Номер образца	Сорт А		Сорт В	
	Приращение прогиба, мм	Модуль упругости, ГПа	Приращение прогиба, мм	Модуль упругости, ГПа
1	2,79	9,062	2,15	11,760
2	2,87	8,809	2,49	10,154
3	2,58	9,800	3,61	7,004
4	2,52	10,033	3,53	7,163
5	2,30	10,993	2,68	9,434
6	2,26	11,188	2,66	9,505
7	2,75	9,194	3,17	7,976
8	2,80	9,030	3,09	8,182
9	2,43	10,405	3,05	8,290
10	2,43	10,405	3,07	8,236
11	2,76	9,161	3,72	6,797
12	2,81	8,998	3,79	6,671
13	2,14	11,815	2,31	10,945
14	2,10	12,040	2,43	10,405
15	2,23	11,338	2,91	8,687
16	2,13	11,870	2,77	9,128
17	2,34	10,805	2,50	10,114
18	2,34	10,805	2,42	10,448
19	2,62	9,650	2,57	9,838
20	2,51	10,073	2,60	9,725
Среднее	2,486	10,274	2,876	9,023
Среднее квадратическое отклонение	0,253	1,052	0,488	1,456
Дисперсия	0,064	1,107	0,238	2,119
Коэффициент вариации	10,18	10,24	16,97	16,14

При анализе полученных результатов видно, что значения модуля упругости пиломатериалов сорта В на 12,1% ниже, чем аналогичные значения пиломатериалов сорта А. Результаты дополнительных исследований, полученные при испытаниях пиломатериалов сорта В, отобранных по признаку «наличие сучков в напряженной зоне», показали, что среднее значение модуля упругости, ГПа для них оказалось значительно ниже – 6,95, при значениях среднеквадратического отклонения и дисперсии соответственно 0,907 и 0,822; коэффициент вариации 13,05%. Эти данные обосновывают требования технических условий относительно отбраковки таких пиломатериалов или вырезки участков с недопустимыми сучками и другими пороками, значительно ослабляющих конструктивные элементы. Может быть также сделан вывод о том, что при соблюдении требований к визуальной сортировке пиломатериалов обеспечивается возможность отбора сырья с требуемыми показателями по прочности.

В ходе экспертной оценки пиломатериалов установлено, что сырье из Архангельской области имеет более высокие (на 19,7–44,3%) показатели по модулю упругости при изгибе, чем сырье из других областей. Самые низкие значения модуля упругости при изгибе получены при испытаниях пиломатериалов из ивановской и нижегородской областей. Основываясь на известных представлениях о макростроении древесины, такие результаты можно объяснить большей плотностью и мелкослойностью древесины, произрастающей в северных районах европейской части России.

В целом сделано заключение, что значения модуля упругости при статическом изгибе, определенные экспериментально, находятся в интервале от 10,65 до 14,81 ГПа и соответствует среднестатистическим данным, полученным ЦНИИМОД для древесины ели (9,6 ГПа) и сосны обыкновенной (12,2 ГПа), произрастающих в Архангельской области и Центральном районе Европейской части России [6].

Пиломатериалы, полученные из древесины, произрастающей в Архангельской, Вологодской, Ивановской, Кировской, Костромской и Нижегородской областях Российской Федерации, удовлетворяют требованиям стандарта JAS 235 по показателю «Модуль упругости при изгибе по пласти»: показатели прочности E105÷F300 для бруса смешанного качества и E105÷F345 для бруса одинакового качества, т.е. среднее значение модуля упругости при изгибе 10,5 ГПа, минимальное значение – 9 ГПа.

Вывод: Применение визуальной сортировки пиломатериалов, как одного из элементов производственного контроля качества древесины на предприятии ООО «Русбрус» г. Кострома, обеспечивает выполнение требований отечественных и зарубежных стандартов по показателю прочности – модуль упругости при изгибе и позволяет производить клееный брус требуемого качества. Наиболее предпочтительным является применение в производстве клееного бруса древесины, заготовленной в Архангельской и Вологодской областях

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Варшавский В.А. Исследование влияния неоднородностей строения древесины на модуль упругости и предел прочности при изгибе крупных образцов с установлением связи между ними: автореф. дис. ... канд. тех. наук. – М., МЛТИ, 1975. – 20 с.
2. Боровиков А.М., Хабарова Г.П. О визуальной сортировке брусьев по прочности // ИВУЗ. Лесной журнал. – 1982. – №1.
3. Cucera W. Holzfehler und ihr Einfluss auf die technische Eigenschaften der Fichte und Kiefer. – Holztechnologie, 1970. – № 4. – S. 210–216.
4. Волынский В.Н., Пластинин С.Н. Первичная обработка пиломатериалов на лесопильных предприятиях. – М.: Риэл-пресс, 2005. – 256 с.
5. ГОСТ 21554.1–81 Пиломатериалы и заготовки. Методы определения модуля упругости при статическом изгибе. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 9 с.
6. Боровиков А.М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 296 с.

УДК 630*811

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗМЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАХЕИД СОСНЫ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Н. Чубинский,

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой технологии лесопиления и сушки древесины СПбГЛТУ, Россия
a.n.chubinsky@gmail.com

А.А. Тамби,

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии лесопиления и сушки древесины СПбГЛТУ, Россия,
a_tambi@mail.ru

Ю.А. Шимкевич,

аспирант СПбГЛТУ, Россия, *u_shimkevich@mail.ru*

С.О. Семишкур,

студент СПбГЛТУ, Россия, *tlsd@inbox.ru*

Статья посвящена оценке плотности и размеров трахеид древесины.

Существующими отечественными и зарубежными нормативными документами у конструкционных пиломатериалов нормируется количество годовичных слоев в 1 см ширины, что позволяет косвенно оценить их прочностные характеристики.

Известно [1, 2], что физические и механические свойства древесины, ее поведение при любом энергетическом воздействии зависит от макро- и микростроения и размеров структурных элементов. Способность древесины сопротивляться действию механических нагрузок зависит от большого числа факторов, в том числе: плотности, влажности, направления волокон древесины, ширины годовичного слоя и соотношения ранней и поздней древесины в годовичном слое, которые связаны с меняющимися геоклиматическими условиями и различны у древесины разного возраста. На рис. 1 представлено изменение плотности древесины сосны Ленинградской области в свежесрубленном состоянии по диаметру и высоте ствола.

Выполненные исследования позволили определить плотность сосны в свежесрубленном состоянии, которая варьирует в условиях Ленинградской области в диапазоне от 440 до 640 кг/м³.

Ранее [4], при обследовании деревообрабатывающих предприятий, было установлено, что плотность сосновых пиломатериалов при влажности 10–12% изменяется в еще больших пределах от 350 до 650 кг/м³. Приведенные результаты не могут быть объяснены различием во влагосодержании древесины по высоте и диаметру ствола дерева и требуют детальных исследований макро- и микростроения древесины (размеров годовичных слоев и их ранней и поздней зон, размеров полостей трахеид и толщины их стенок). Выполненные исследования (рис. 2–4, табл.)

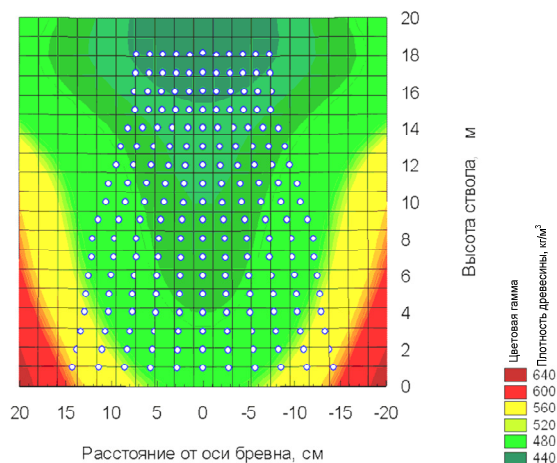


Рис. 1. Денситограмма древесины сосны Ленинградской области [3]



Рис. 2. Схема измерения размерных характеристик трахеид сосны Ленинградской области

позволили определить размерные характеристики трахеид ранней и поздней зоны свежесрубленной древесины.

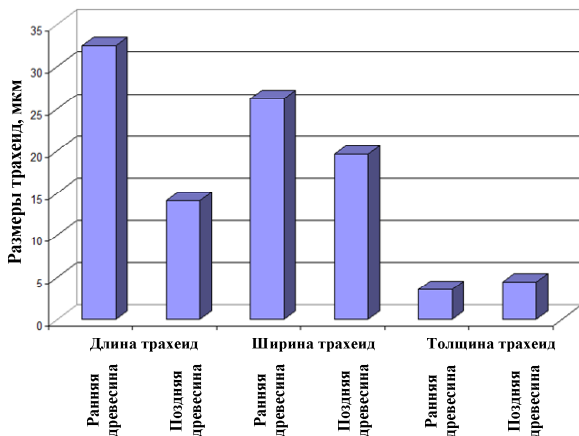


Рис. 3. Средние размеры трахеид сосны Ленинградской области в ядровой части

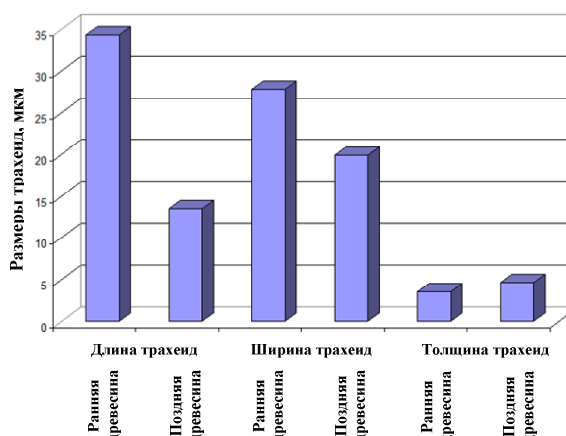


Рис. 4. Средние размеры трахеид сосны Ленинградской области в заболонной части

Таблица 1

Средние размеры трахеид сосны ленинградской области

Размеры трахеид, мкм:											
ядра						заболони					
Ранней зоны			Поздней зоны			Ранней зоны			Поздней зоны		
Длина L	Ширина b	Толщина s/2	Длина L	Ширина b	Толщина s/2	Длина L	Ширина b	Толщина s/2	Длина L	Ширина b	Толщина s/2
32,53	26,22	3,57	14,06	19,84	4,43	34,41	27,85	3,55	13,49	19,89	4,65

В результате обработки экспериментальных данных установлено, что размеры трахеид ранней и поздней зоны древесины изменяются в широком диапазоне, их отличие составляет 58–231% в ядре и 76–255% в заболони, в то же время различие размеров трахеид в ядре и заболони не превышает 5,46%. На плотность древесины в большей степени влияет количество годичных слоев в 1 см радиуса ствола и соотношение размеров ранней и поздней древесины.

Выводы. Для повышения достоверности прогнозирования прочности конструкционных пиломатериалов необходимо продолжить исследования по установлению корреляционной связи плотности древесины и размерными характеристиками ее элементов: ширины годичного слоя, соотношения размеров ранней и поздней зон в древесине различного возраста в разных частях ствола дерева.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Полубояринов О.И. Плотность древесины. – М.: Лесная пром-сть, 1976. – 160 с.
2. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами товароведения. – М.: Лесная пром-сть, 2005. – 366 с.
3. Чубинский А.Н., Тамби А.А., Шимкевич Ю.А. Исследование плотности древесины сосны Ленинградской области // "Современные проблемы и перспективы рационального лесопользования в условиях рынка": материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых и специалистов 0/ под ред. авторов. – СПбГЛТУ, 2011. – С. 224–227.
4. Чубинский А.Н., Федяев А.А., Тамби А.А. Влияние плотности древесины на качество формирования клеевых соединений // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Вып. 195. – СПб.: СПбГЛТА, 2011 – С. 141–147.



СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

УДК 62-662.5

ДЕТАЛИ УЗЛОВ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ ИЗ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

А.Р. Бирман

д-р техн. наук, профессор, СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ

И.В. Григорьев

д-р техн. наук, профессор, СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ

a_tambi@mail.ru

Предлагается новый способ изготовления деталей узлов трения, при котором прессованные из древесины составные части втулок имеют более технологичную форму в виде параллелепипедов. Показаны суть и преимущества предлагаемой новой технологии и перспективы ее развития.

Одним из направлений использования древесины, модифицированной уплотнением и пропиткой, является изготовление деталей машин скользящего трения.

Практика применения прессованной древесины показывает, что использование 1 т этого материала в узлах трения может заменить 6–7 т бронзы, 15–20 т чугуна и 6–8 т стали. Вкладыши подшипников скольжения надежно работают в абразивной среде даже без установки уплотнений, в водных и агрессивных средах.

Стоимость прессованной древесины как материала для изготовления деталей машин, меньше по сравнению с чугуном в 3 раза, со сталью – в 5 раз, бронзой – в 20 раз, а с текстолитом – в 2,5 раза[1].

Немаловажным положительным фактором использования прессованной древесины является значительное снижение веса узла трения.

Создание производственных участков по изготовлению прессованной древесины не требует значительных инвестиций. Площадь таких участков не превышает 30–50 м². В качестве сырья могут быть использованы отходы древесины, которыми располагают не только деревообрабатывающие, но и металлообрабатывающие предприятия. Несложная оснастка к серийному прессовому оборудованию может быть изготовлена силами местных механических мастерских. Обслуживать участок могут 2–3 рабочих средней квалификации.

Отметим способность как цельной, так и прессованной древесины поглощать и удерживать смазку. Поглощенное древесиной масло затрудняет проникновение в нее влаги. При этом значительно увеличивается гидрофобность прессованной древесины, в результате чего повышается надежность работы деталей из прессованной древесины при переменной влажности окружающей среды. Коэффициент трения пропитанной маслом прессованной древесины в паре со сталью колеблется в пределах 0,06–0,08 и менее для различных видов смазочного материала.

Следует также учитывать, что прессованная древесина обладает высокой упругой податливостью, что делает ее ценным материалом для производства втулок, вкладышей, венцов бесшумных зубчатых колес, работающих в условиях ударных и знакопеременных нагрузок [2].

В Российской Федерации и за рубежом разработаны разнообразные способы прессования и пропитки сырой и сухой древесины, а также формообразования заготовок деталей узлов трения (в основном втулок) путем прессования и гнутья, описанных в соответствующей литературе.

Наибольшее распространение при изготовлении втулок подшипников скольжения получил способ одноосного неравномерного прессования, наиболее подробно изложенный в [2, 3]. Там же приведены результаты исследований физико-механических свойств прессованной древесины различных марок, предусмотренных ГОСТ 9629–81 «Древесина прессованная. Заготовки».

Основными технологическими операциями изготовления втулок из прессованной древесины – наиболее широко применяемой детали подшипников скольжения – являются:

- получение секторов прессованной древесины (способом осевого неравномерного прессования брусьев натуральной древесины);
- сборка втулки с кольцевым поперечным сечением из секторов прессованной древесины.

Такая конструкция втулки гарантирует радиальное расположение всех волокон древесины, что создает наиболее благоприятные условия для восприятия деталью нагрузки и обеспечивает ее наибольшую износостойкость.

Последовательность изготовления втулки иллюстрируется рис. 1, 2.

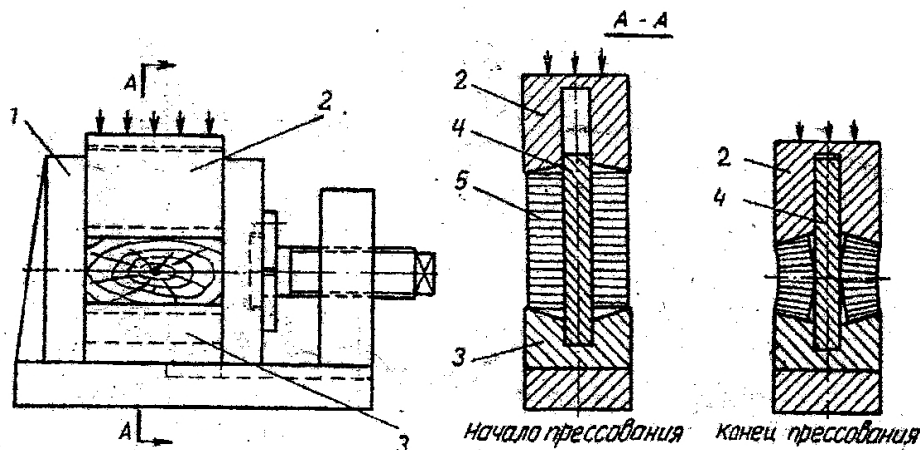


Рис. 1. Устройство для изготовления цилиндрических секторов:
1 – пресс-форма, 2 – пуансон, 3 – матрица, 4 – разделительная планка, 5 – брусок

Устройство на рис. 1 работает следующим образом.

На опорную площадку между губками пресс-формы 1 устанавливают матрицу 3 с разделительной планкой 4 и пуансоном 2. Пресс-форму помещают на стол гидравлического пресса. Приподнимают пуансон 2 и укладывают на опорные плоскости матрицы 3 заготовки натуральной древесины в виде брусков. Затем пуансон опускают до соприкосновения с заготовками – начало прессования.

После этого производят уплотнение древесины до заданной степени прессования (на рис. 1 – конец прессования). В спрессованном состоянии полученные секторы выдерживают по давлению и передают для сборки заготовки втулки.

Технология сборки втулки включает (рис. 2):

- нанесение клея на стыковые поверхности секторов;
- сборку секторов в заготовку втулки, путем размещения секторов в хомут;
- перепрессовку заготовки втулки из хомута в цилиндрическую пресс-форму, где осуществляется его подпрессовка в осевом направлении до необходимого размера;
- выпрессовку из пресс-формы заготовки втулки.

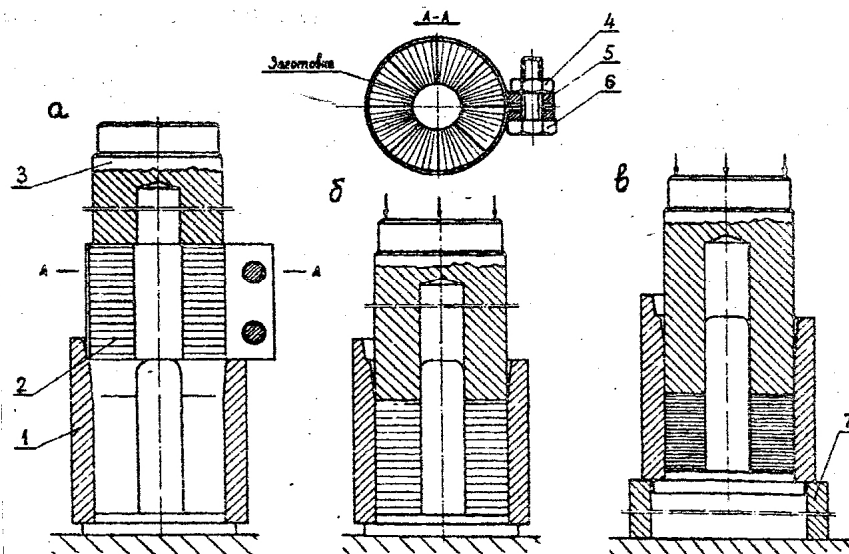


Рис. 2. Технология сборки втулки из секторов прессованной древесины:
а – перепрессовка из хомута в пресс-форму; б – начало подпрессовки; в – выпрессовка из пресс-формы
(1 – пресс-форма, 2 – сердечник, 3 – пуансон, 4 – гайка, 5 – хомут, 6 – болт, 7 – подставка)

Описанная технология – трудоемка и малопроизводительна как в части изготовления отдельных секторов, так и в части сборки секторов (число которых, например, при внутреннем диаметре втулки 150 мм равно 12 [2]).

Нами предлагается менее трудоемкий и более производительный способ производства втулок из элементов прессованной древесины с получением конечной продукции более высокого качества. Способ осуществляется следующим образом (рис. 3а–г).

1. Из натуральной древесины вытачивают цилиндрическую заготовку 1.

2. В цилиндрической заготовке прорезают (например, на фрезерном станке с делительной головкой) радиально расположенные пазы 2, рис. 3а. Число и ширина пазов определяется назначением втулки.

Глубина паза определяется диаметром впадин $D_{вп}$, который выбирается меньшим внутреннего диаметра будущего готового изделия $D_{вп.изд}$, рис. 3г.

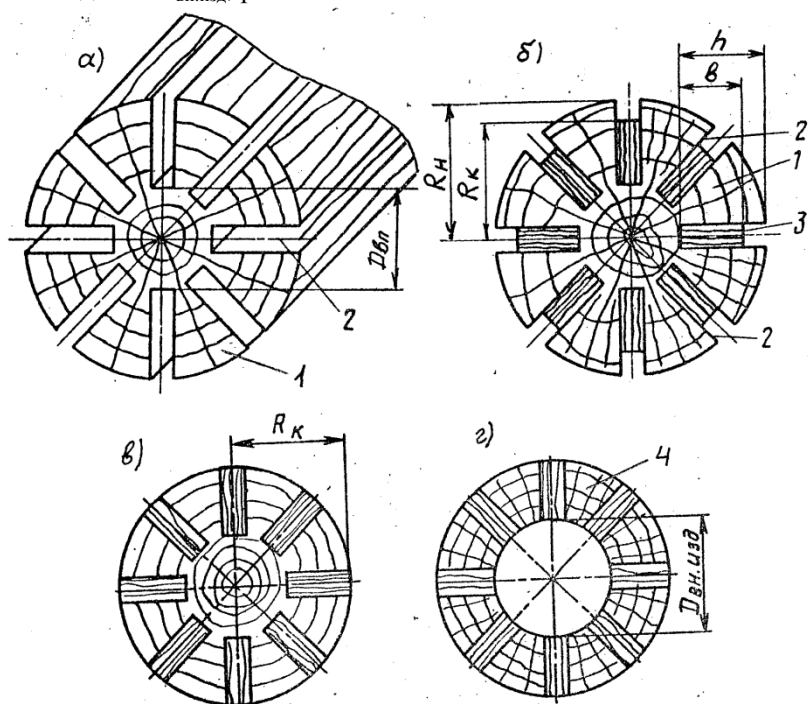


Рис. 3. Последовательность сборки втулок с вкладышами

3. В пазы устанавливают смазанные клеем по противоположным пластям вкладыши 3 из прессованной древесины, рис. 3б, ориентируя волокна древесины всех вкладышей радиально. Прессование вкладышей до заданной степени прессования осуществляют предварительно. Причем прессование ведут наиболее технологичным способом – осевым сдавливанием бруска-заготовки вкладыша 3 поперек волокон. Такой способ прессования позволяет достичь наибольшей степени уплотнения древесины при наименьших затратах. Внутренние напряжения в прессованном вкладыше с прямоугольным поперечным сечением распределяются равномерней, по отношению к распределению напряжений во вкладышах с поперечным сечением в виде сектора. При этом высота вкладышей b с высотой пазов h связана зависимостью

$$b = h + (R_n - R_k),$$

где R_n, R_k – соответственно, начальный и конечный радиусы заготовки.

Очевидно, что разность $(R_n - R_k)$ связана со степенью уплотнения древесины заготовки 1, которая задается при изготовлении изделия.

4. Заготовку с установленными вкладышами подвергают радиальному прессованию до получения заданного размера R_k .

5. Прессованную заготовку сверлят с получением размера $D_{вп.изд}$, рис. 3г. При этом выполняется условие: $D_{вп.изд} > D_{вп}$.

6. Готовое изделие укладывают в ванну с обезвоженным минеральным маслом комнатной температуры и выдерживают в течение 5-12 суток (в зависимости от объема древесины втулки).

Отметим, что пропитку маслом заготовок для прессования секторов предпочтительно проводить до их пьезообработки, так как в этом случае площадь проникновения масла из сосудов через поры в межцеллярное пространство древесины является максимальным. Однако, предварительная пропитка маслом усложняет как процесс прессования секторов (за счет выдавливания масла на оснастку прессового оборудования), так и процесс их последующего склеивания при размещении в хомут.

Пропитка готового изделия, выполненного по предлагаемой технологии, возможна как завершающая операция, так как в этом случае пропитываются вкладыши (в меньшей степени) и секторы 4, рис. 3г, расположенные между вкладышами. Эти секторы являются основными масляными резервуарами, обеспечивающими смазку трущихся поверхностей узла трения в период эксплуатации.

По нашему мнению реализация предлагаемой технологии (или способа) изготовления втулок с вкладышами в виде прессованных параллелепипедов значительно дешевле и проще, чем известная технология сборки втулок из прессованных секторов.

Предлагаемая технология не требует изготовления отдельных пресс-форм (рис. 1) для каждого типоразмера втулок, позволяет максимально увеличить плотность прессованной древесины вкладышей, снижает внутренние напряжения клееной конструкции, улучшает условия смазки, что в целом повышает эксплуатационные характеристики узлов трения.

В заключении следует добавить, что применение способа установки закладных вкладышей в тело заготовки с прорезанными пазами позволяет изготавливать также и фасонные втулки, например конические, рис 4,а, а также детали трения для ползунов и направляющих, рис. 4б.

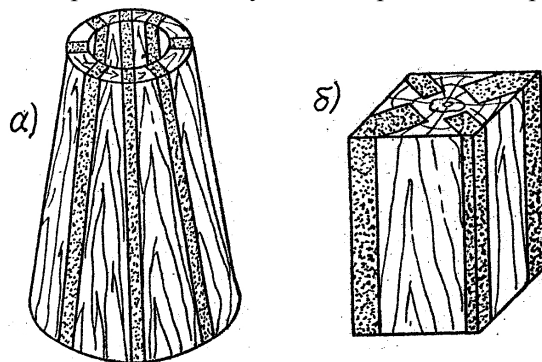


Рис. 4. Фасонные детали узлов трения из древесины

Представляется перспективным использование в виде вкладышей пластины уплотненного шпона.

Способ использования закладных вкладышей при изготовлении деревянных узлов трения защищен авторским свидетельством на изобретение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хухрянский П.Н. Прессованная древесина – заменитель дефицитных материалов // Прессованная древесина в народном хозяйстве. – М.: ГОСИНТИ, 1964. – 248 с.
2. Зарецкий В.В. Подшипники из прессованной древесины с жидкой и газовой смазкой. – СПб.: СПбГЛТА, 2008. – 160 с.
3. Шамаев В.А. Модификация древесины. – М.: Экология, 1991. – 128 с.

УДК 674.03

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ СУЧКОВ В СОСНОВЫХ БАЛКАХ НА ПРОЧНОСТЬ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ ПОПЕРЕЧНОМ ИЗГИБЕ

Н.В. Буйских,

асистент, НУБиП Украины, г.Киев, Украина
nataby@meta.ua

Представлены результаты испытаний балок круглого сечения с сучками на поперечный статический изгиб при разном расположении наибольшего сучка и разной влажности.

Большой спрос на экологическое жилье, а в частности на строительство из натурального дерева, приводит к истощению запасов древесины с большими диаметрами. Все острее становится вопрос о рациональном использовании существующих ресурсов, соответственно большее внимание уделяется древесине средних и тонких диаметров. Учитывая то, что древесина природный материал, которому присущи пороки, возник вопрос о влиянии этих пороков на ее механические свойства. Как правило, определение механических свойств проводится на образцах определенных размеров [1], при нормализованной влажности без учета пороков. Исследованием влияния сучков на механические свойства у пиленых балок занимались Н.Н. Бураков [2], Н.Л. Леонтьев, А.Л. Михайличенко [3] у круглых лесоматериалов – В.П. Левченко [4].

Для определения зависимости границы прочности при статическом изгибе при разном расположении сучков и трещин усушки, были отобраны балки строительных размеров с круглым поперечным сечением и малым диаметром. Образцы отбирались в двух областях Украины с одинаковыми лесорастительными условиями. Длина стволов колебалась от 3,5 до 4 м, а диаметр от 11 см до 14 см. Расстояние между мутовками колебалось в пределах 40 см. Балки имели участки как с сучками, так и без сучков, которые были контрольными. Влажность части образцов была выше точки насыщения клеточных стенок, а часть балок была высушена до влажности 15–18%. Расстояние между опорами испытательной машины была 100 мм, изгибающее усилие прикладывалось по середине пролета. Чтобы определить влияние на границу прочности самого большого сучка в мутовке, балки располагали двумя способами: в одном случае наибольший сучок располагался в сжатой зоне, в другом случае – в растянутой (табл. 1).

Видно, что сучки со средним диаметром 42 мм, расположенными в сжатой зоне, повышают прочность при статическом поперечном изгибе по сравнению с контрольными на 2%, а сучки со средним диаметром 79мм – соответственно на 9%.

Определение границы прочности при статическом поперечном изгибе

Средний диаметр сучков, мм	Среднее нагружение, МПа	Контроль, без сучков
Сжатая зона ($W > 30\%$)		
42	45,2	44,1
79	48,1	
Растянутая зона ($W > 30\%$)		
40	42,8	46,9
81	41,0	
Сжатая зона ($W = 18\%$)		
39	56,5	49,4
84	58,4	
Растянутая зона ($W = 18\%$)		
40	52,9	65,7
78	50,8	

При размещении больших сучков в растянутой зоне наблюдается противоположная зависимость. Сучки со средним диаметром 40 мм снижают прочность при статическом поперечном изгибе по сравнению с контрольными на 9%, а сучки со средним диаметром 81 мм – соответственно, на 13%. Из этого следует вывод, что прочность снижается при увеличении среднего диаметра сучков, расположенных в растянутой зоне.

Для определения влияния влажности на предел прочности при статическом изгибе круглых балок с пороками, часть образцов была высушена в коре до влажности 15–18%. Испытания проводились аналогично и было зафиксировано повышение прочности на 20–25%.

При расположении сучков со средним диаметром 39 мм в сжатой зоне прочность повышалась на 14%, а сучки со средним диаметром 84 мм повышали прочность соответственно на 18%. При расположении сучков в растянутой зоне наблюдалась аналогичная зависимость, как и при испытаниях мокрой древесины – сучки со средним диаметром 40 мм снижали прочность древесины на 20%, а сучки со средним диаметром 78 мм – соответственно, на 23%. После проведения статистических расчетов коэффициент вариации не превышал 2,7%, а точность составила 1,2%.

Разрушение образца происходило в сжатой зоне с образованием складки, если нагружение приходилось на сучок, то в виде сдвига в сторону сучка. В растянутой зоне возникала трещина на границе перехода годичного слоя в сучок со стороны балки с меньшим диаметром или в виде разрыва волокон. Разрушения сучков в растянутой и сжатой зонах не наблюдалось, что можно объяснить большей плотностью древесины сучков [6].

Вторым распространенным пороком древесины, который может оказывать влияние на прочность при статическом изгибе являются трещины усушки. Они бывают односторонние и двусторонние, радиально направленные, могут иметь различную глубину и длину.

Испытания на предел прочности при статическом изгибе проводили на балках, которые имели влажность выше точки насыщения стенок клетки $W > 30\%$. Были отобраны 10 балок диаметром от 10 до 15,2 см: с трещинами глубиной до анатомического центра, с трещинами по всей длине образца, с трещинами до $\frac{1}{2}$ длины образца и контрольные образцы без трещин (табл. 2).

Таблица 2

Предел прочности древесины с трещинами при статическом поперечном изгибе ($W > 30\%$)

Показатели	Нагрузка, МПа	σ	V, %	P, %
Контроль (балки без трещин)	43,3	6,7	15,3	4,8
Балки с трещинами по всей длине образца, расположенными параллельно направлению изгибающего усилия	41,6	5,9	14,2	4,4
Балки с трещинами по всей длине образца, расположенными перпендикулярно направлению изгибающего усилия	40,0	6,0	15,0	4,7
Балки с трещинами до $\frac{1}{2}$ длины образца, расположенными параллельно направлению изгибающего усилия	41,2	5,1	12,4	3,8
Балки с трещинами до $\frac{1}{2}$ длины образца, расположенными перпендикулярно направлению изгибающего усилия	42,2	5,6	13,3	4,1

Нагружали образец посередине между мутовками. Плоскость трещин ориентировали параллельно и перпендикулярно изгибающему усилию.

Как видно, в лесоматериалах с круглым поперечным сечением одиночные боковые трещины глубиной до анатомического центра при воздействии изгибающего усилия параллельно и перпендикулярно относительно их плоскости оказывают незначительное влияние на снижение прочности. Такая же зависимость наблюдается и для балок с влажностью меньшей точки насыщения [7].

Необходимо заметить, что по данным Л.М. Перельгина [8] снижение прочности пиленных сортиментов и балок является значительным, когда плоскость трещин расположена перпендикулярно

к направлению изгибающего усилия и при относительных размерах ее в долях ширины сечения равному $\frac{1}{2}$ и достигает 43%.

Выводы

1. Проведены исследования влияния сучков в круглых балках, которые имели влажность $W > 30\%$ и высушенных к влажности $W = 15 \dots 18 \%$.

2. Установлено, что круглые балки с сучками и с влажностью $W < 30 \%$ имели большую прочность при статическом изгибе на 20–25 %.

3. Отмечено влияние на прочность балки размещение наибольшего сучка при приложении нагрузки. Расположение наибольшего сучка в сжатой зоне повышало прочность для влажной древесины на 9 %, а для сухой на 18 %. При расположении наибольшего сучка в растянутой зоне наблюдалось снижение прочности соответственно на 13 % и 23 % для влажной и сухой древесины.

4. При определении влияния трещин на прочность при $W > 30 \%$ установлено, что трещины глубиной до анатомического центра не зависимо от их глубины и направления приложения усилия не имеют значительного влияния на снижение прочности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 16483.3–84. Древесина. Метод определения предела прочности при статическом изгибе. — М.: Государственный комитет СССР по стандартам. — 5 с.
2. Бураков Н.Н. Влияние сучков на механические свойства древесины сосны и ели // Труды ЦАГИ. — 1930. — № 60. — С. 63–64.
3. Леонтьев Н.Л., Михайличенко А.Л. Влияние сучков на механические свойства сосны и ели // Труды ЦНИИМОД. — 1948. — С. 29–32.
4. Левченко В.П. Деформативность древесины сосны строительных размеров с сучками под действием повторной статической загрузки // Научные труды УСХА. — 1974. — № 132 — С. 9–12.
5. Чернишев А.Н. Показатели реологических свойств древесины сосны // Воронежская гос. лесотех. академия. — 1993. — 8 с.
6. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения: учебник для лесотехнических вузов. — М.: Изд-во МГУЛ, 2001. — 340 с.
7. Левченко В.П. Влияние трещин на основные показатели механических свойств древесины сосны строительных размеров // Научные труды УСХА. — 1976. — № 172 — С. 109–114.
8. Перельгин Л.М. Влияние пороков на технические свойства древесины. — М.: Гослесбумиздат, 1949. — 155с.

УДК 674.815-41

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.М. Головач, канд. техн. наук, доцент,

З.С. Сирко, канд. техн. наук, доцент

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

NIJ_resurs@ukr.net

В статье приведены результаты исследований по усовершенствованию процесса контроля качества плитных конструкций из древесины при их применении в мебельной промышленности.

К факторам, существенно влияющим на качество мебельных конструкций из плитных материалов, можно отнести: стабильность их размеров, плотность, наличие несклеенных участков как отдельных элементов конструкции, так и внутри самой плиты, например, древесностружечной.

Изучение влияния приведенных выше факторов на качество плитных конструкций проводилось акустическим методом. Ударные импульсы по плите осуществлялись датчиком, изготовленным как электрическая катушка с соленоидом, на котором закреплен пьезоэлемент. После подачи электрического импульса на катушку соленоид ударяет по поверхности плиты. При этом возникают электрические сигналы на обкладках пьезоэлемента. Эти сигналы, пропорциональные механическим колебаниям плиты, подавались на вход осциллографа. Далее проводился анализ полученных осциллограмм.

Для представления физических явлений, которые происходят при измерении ударным методом можно применить известный математический аппарат - спектральный анализ.

Короткий ударный импульс, эквивалентен сумме бесконечного числа гармонических колебаний, которые образуют спектр Фурье. Отклик колебательной системы на такой импульс можно вычислить, рассмотрев колебания системы в виде гармонических составляющих импульса, если бы они были вызваны некоторой периодической силой. Тогда колебание всей системы определяется путем суммирования всех фурье-компонентов импульса. Спектральная плотность короткого прямоугольного импульса с амплитудой F_0 и продолжительностью t_b , действующего в момент времени $t = 0$, описывается выражением [1].

$$S(w) = \int_0^{t_i} F_0 e^{-j\omega t} dt = F_0 t_i = I, \quad (1)$$

где $I = F_0 t_i$ – импульс силы; $w = 2\pi f$ – угловая частота.

При этом предполагается, что продолжительность импульса короче каждого из гармонических компонентов импульса. Спектральная плотность короткого импульса равняется площади, ограниченной кривой зависимости импульсной силы от времени. Если такой импульс действует на систему с сосредоточенными массой и упругостью, то каждая из его спектральных составляющих будет так возбуждать систему, будто на ее входе действует внешняя синусоидальная сила. Результирующее колебание системы можно найти, суммируя спектральные составляющие импульса. Таким образом, воздействие на систему, например, участок древесностружечной (ДСтП) плиты, короткого импульса эквивалентно воздействию на нее бесконечного спектра гармонических колебаний.

Поскольку отклик системы, например, участка плиты, имеет резонансный характер, значимыми будут лишь те спектральные составляющие, частоты которых находятся вблизи резонансной частоты системы, другая же часть спектра будет подавлена. Все иные спектральные составляющие возбуждающего воздействия экспоненциально затухают со временем. При $t = 0$ все спектральные составляющие находятся в фазе и в сумме образуют максимум. Со временем фазы колебаний разных частот постепенно затухают и колебания становятся полностью некоррелированными и гасят друг друга. Таким образом, амплитуда колебаний изменяется от максимального значения к нулю. Приведенное описание короткого ударного импульса относится к системе с сосредоточенными массой и упругостью. В такой системе массы считаются твердыми телами, а упругие элементы считаются безмассовыми и всеми точками двигаются в фазе. На практике все массы имеют некоторую упругость, а все упругие элементы имеют массу. Плита, например, ДСтП представляет собой множество масс и упругих элементов как показано на рис. 1.

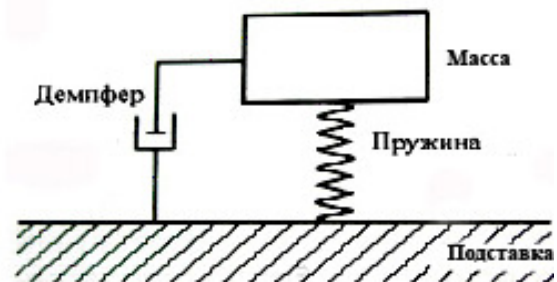


Рис. 1. Модель частицы плиты

При ударе по плите, в ней возникают колебания с частотами резонанса отдельных составляющих плиты.

Выделяя эти колебания с помощью фильтров и подсчитывая количество амплитуд за время удара вплоть до полного их затухания можно получить информацию о качестве участка плиты, которая подвергалась влиянию ударного импульса. Эти доводы подтверждаются осциллограммами показанными на рис. 2, 3.

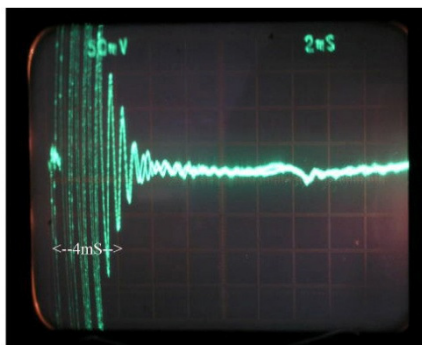


Рис. 2. Плита без дефекта

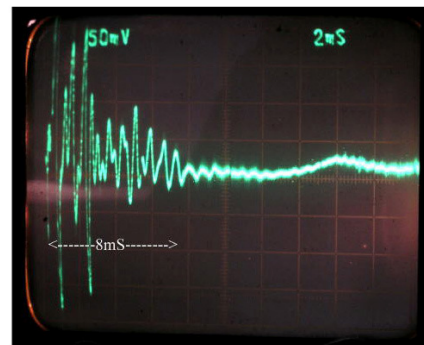


Рис. 3. Плита с дефектом расслоения

Анализируя осциллограммы можно сделать вывод, что колебательный характер плиты с дефектом (расслоением) и плиты без дефекта отличается продолжительностью колебания и формой колебательного процесса. Измеряя количество затухающих амплитуд колебания, величину амплитуд, частотный спектр сигнала и другие характеристики получаемых сигналов от ударного импульса можно судить о тех или иных качественных характеристиках плиты. Следующие экспериментальные исследования подтверждают эти предположения.

Для реализации процесса контроля качества плитных конструкций необходимо определить электрические характеристики электрических схем усилителей, блока вычисления, с помощью которых электрические сигналы с пьезоэлемента можно преобразовывать в цифровую информацию.

Частотный диапазон свободных колебаний плит разной толщины и размера был получен путем цифрового моделирования частоты свободных колебаний прямоугольных пластин. Частота колебаний

отдельных частей плит вычислялась как частота свободных колебаний плиты опертой и неопертой по краям.

Зависимость частоты колебаний прямоугольной плиты неопертой по краям от ее физических параметров вычислялась по формуле (2).

$$F = 0,779d\sqrt{E/(\rho(1+\nu))} / ab, \text{ Гц} \quad (2)$$

где d – толщина плиты, м; a – длина плиты, м; b – ширина плиты, м; ρ – плотность плиты, кг/м³; E – модуль Юнга, Н/м²; ν – коэффициент Пуассона.

Зависимость частоты колебаний прямоугольной плиты опертой по краям, от ее физических параметров вычислялась по формуле (3)

$$F = 0,453d\sqrt{E/(\rho(1-\nu^2))(1/a^2 + 1/b^2)}, \text{ Гц} \quad (3)$$

На рис. 4 показаны результаты моделирования зависимости частоты свободных колебаний прямоугольных плит от их толщины при разных способах их установки.

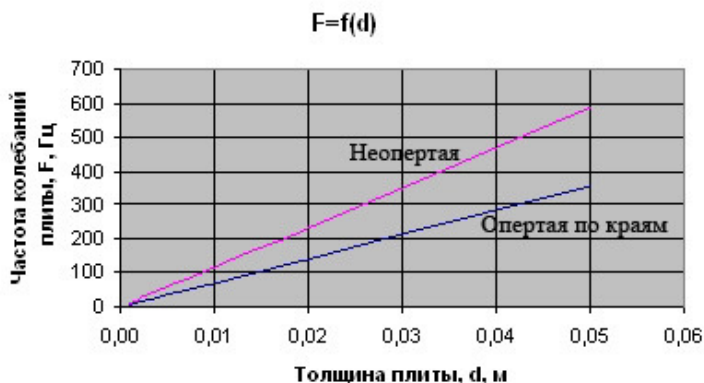


Рис. 4. Зависимости частоты свободных колебаний прямоугольных плит от их толщины

Анализ физического и математического моделирования контроля качества плитных конструкций ударным методом показывает существенную зависимость формы колебаний плиты от наличия в плите дефекта (расслоения), а также зависимость частоты колебаний плиты от ее размеров и незначительную зависимость частоты колебаний от способа крепления. Приведенные результаты исследований подтверждают возможность определения дефектов плиты по результатам измерения параметров ее колебаний, возникающих в ней при воздействии на нее механического ударного импульса и могут быть использованы при разработке устройств для контроля качества мебельных конструкций из плитных материалов, например, для выявления пустот в плите, некачественных клеевых соединений, расслоений и других дефектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Скучик Э. Основы акустики. – М.: Мир, 1976. – 22 с.
2. Опадчий Ю.Ф., Глудкин О.П., Гуров А.И. Аналоговая и цифровая электроника. – М.: Радио и связь, 1996.
3. Глаговский Б.А., Московенко Н.Б. Низкочастотные акустические методы контроля в машиностроении. – Л.: Машиностроение, 1977. – 208 с.
4. Голубов И.А. Методы неразрушающего контроля древесных плит. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 152 с.

УДК 674.8

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ВТОРИЧНО ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДРЕВЕСИНЫ ИГЛОФРЕЗЕРНЫМИ СТАНКАМИ

С.В. Гайда, канд. техн. наук, доцент,
О.А. Кийко, д-р техн. наук, профессор,
 НЛТУ Украины, г. Львов, Украина
 gaida@e-mail.ua

Определены основные преимущества иглофрезерных станков для очистки вторично используемой древесины (ВИД). Установлены способы применения иглофрез в подготовке ВИД для различных деревообрабатывающих технологий. Разработан типовый план цеха по очистке ВИД различного загрязнения.

Ключевые слова: иглофрезы, вторично используемая древесина, очистка, деревообрабатывающие технологии.

Актуальность. Общая площадь земель лесного фонда Украины составляла в 2012 г. 11,3 млн га, лесистость – 15,6 %. За 50 лет лесистость Украины выросла почти в 1,5 раза, а запас древесины – в 2,5 раза и достиг 1,83 млрд м³. К 2013 г. эти показатели соответственно возрастут и составят – 11,3 млн га, 16,1 %, 2,04 млрд м³. В Украине ежегодно заготавливается около 17 млн м³. Для покрытия дефицита – древесина импортируется. Только необходимая мобилизация дополнительных ресурсов – комплексное использование древесных отходов и ВИД, даст возможность покрыть дефицит древесины в Украине, удовлетворить растущие потребности деревообрабатывающей промышленности в производстве плит и пиломатериалов (табл.), а также – для производства энергии и тепла.

Таблица

Динамика производства плит и пиломатериалов в Украине

№ п/п	Продукция	Единицы измерения	Объемы производства				
			2006	2007	2008	2009	2010
1	ДСП	млн м ³	1,329	1,641	1,622	1,316	1,471
2	ДВП	млн м ³	0,089	0,101	0,115	0,094	0,108
3	Фанера	млн м ³	0,163	0,176	0,163	0,108	0,144
4	Пиломатериалы	млн м ³	1,418	1,749	1,644	1,283	1,238

Проблема – разработка технологии очистки ВИД, как источника дополнительного сырьевого ресурса для разных технологий деревообработки.

Цель исследования – разработка технологического потока по очистке ВИД.

Объект исследования – ресурсосберегающая технология подготовки сырья, очищенного иглофрезерными станками.

Предмет исследования – закономерности влияния характеристик иглофрезерного инструмента на качество очищенной ВИД, как дополнительного сырья для технологий деревообработки.

Классификация ВИД. В НЛТУ Украины разработан Классификатор ВИД и предложено для законодательства Украины четыре категории ВИД и отходы ликвидации, которые не входят ни к одной из категорий:

- категория ВИД-I – природная и только механически обработанная древесина с незначительными загрязнениями (парафин, церезин, петролак, воск и др.);
- категория ВИД-II – древесина или древесные материалы, проклеенные, лакированные или обработанные любым другим образом, без органических галогенных соединений в патине, без пропитывающего защищающего состава для древесины;
- категория ВИД-III – древесина или древесные материалы, проклеенные, лакированные или обработанные любым другим образом, с органическими галогенными соединениями в патине, без пропитывающего защищающего состава для древесины;
- категория ВИД-IV – древесина или древесные материалы, обработанные и пропитанные защитным составом.

Характеристики иглофрез, как эффективного инструмента для очистки ВИД. Современная промышленность выпускает иглофрезы разных видов: торцевые, цилиндрические, валковые, с плетеными элементами и из гофрированной проволоки. В качестве материала для проволочных радиальных элементов может использоваться металлический провод с углеродистой или нержавеющей стали различного диаметра, капроновая нить и многие другие материалы, причем для обеспечения заданной жесткости возможно сочетание, например проводных и резиновых элементов. Размерные характеристики иглофрезы определяются внешним диаметром D, высотой H, длиной лепестков L, диаметром отверстия для осуществления нужной посадки.

Актуальной особенностью этого инструмента является его гибкая рабочая поверхность, образованная множеством рабочих элементов – упругих концов проволоки, что позволяет использовать проводной инструмент для обработки заготовок с возможными отклонениями от правильной геометрической формы. Проводные щетки и иглофрезы эффективно применяются для следующих операций: снятие антикоррозийной полиэтиленовой пленки с концов труб; удаление ржавчины, окалина с поверхности заготовок и деталей; подготовка поверхности под сварку, пайку, покрытия и дефектоскопии; зачистка усиленных и проплавленных сварных швов, наплывов металла; снятие заусенцев и округления острых кромок после механической обработки и вырубке заготовок; округления острых кромок на литых и штампованных заготовках; и другие очистительные операции.

Наиболее известная функция щеточных конструкций – хорошо регулируемое прилегание к фигурным поверхностям, просто исполняемый контакт с этими поверхностями и, что очень важно, – он сохраняется даже при интенсивном износе щетки. Традиционные области применения: нанесение покрытий и очистки поверхностей, организация акустического, электрического, магнитного или иного контакта – так называемый «контакт веника». Но это неизмеримо мало по сравнению даже с тем, что может простая щетка. Значительная поверхность щеточных конструкций позволяет в несколько десятков раз увеличивать площадь поверхности теплообмена, который применяется как для увеличения теплоотдачи, так и для

охлаждения. Эта идея как с иглами, так и с набором пластин десятки раз повторялась в других областях техники. Например, для быстрой регулировки инструмента для нанесения орнамента, экспериментального подбора аэродинамического профиля, регулировка кривизны беговой дорожки. При движении щеточной конструкции по фигурной поверхности возможно самоформирования профиля.

Эти устройства способны двигаться даже по криволинейным участкам в результате переменного движения и заклинивания щеток или их вибрации. Щетка способна не только повторять изгибы взаимодействующей с ней поверхности, но и активно ее изменять – обрабатывать. Дело в том, что когда вращающаяся круглая щетка входит в контакт с изделием, то ее отдельные проволочки изгибаются и трутся о изделие уже не своей торцевой поверхностью, а боковой, что приводит к преждевременному износу инструмента. Московский изобретатель В.С. Салуквадзе поместил цилиндрическую металлическую щетку с радиально расположенной щетиной под пресс чтобы прижать дротик в дротика. В результате был получен и запатентован новый «вращающийся режущий инструмент» – иглофреза. Она способна обрабатывать различные материалы: металлы, пластмассу, резину. При этом она никогда не засаливается (даже при обработке цветных металлов), снимая за проход 5 мм металла и оттачивая поверхность до высокого класса чистоты. Таким образом, можно обозначить основные преимущества иглофрезерного инструмента: эластичность инструмента; незначительная себестоимость инструмента; значительный ресурс работы; малое срабатывания инструмента; наличие большого количества резцов; отсутствие на обрабатываемой поверхности кинематической волнистости; возможность регулировки плотности закрепления игл; большая зона контакта инструмента и обрабатываемой поверхности; возможность регулировки жесткости инструмента; возможность снимать с обрабатываемой поверхности значительный по толщине слой материала; значительная производительность инструмента; значительная удельная производительность инструмента; возможность обрабатывать различные материалы, которые трудно поддаются классическому механической обработке ножевым инструментом.

Учитывая вышеуказанные преимущества иглофрезерного инструмента, в процессе исследований определены основные области применения иглофрез в деревообработке, а именно очистке ВИД от поверхностных загрязнений:

- эффективное использование иглофрезерного инструмента для снятия лакокрасочного материала и материала облицовок, включая ПВХ-плёнки в процессе утилизации ВИД – старых мебельных, столярно-строительных и других изделий.
- замена строгания ВИД ножевым инструментом с целью получения подготовленной поверхности для дальнейшего материального использования.
- механическая обработка модифицированных, особенно пропитанных древесных материалов повышенной твердости.
- получение гребенчатый обрабатываемой поверхности в процессе обработки эластичной иглофрезой массивной древесины с явно выраженными ранней и поздними зонами.
- особенное измельчение древесины с помощью жестких иглофрез с целью изготовления плитных древесных материалов.

Таким образом, наиболее актуальным представляется первое направление, поскольку именно оно предусматривает разработку типичного технологического процесса подготовки ВИД способом очистки иглофрезерными станками.

Типовой план цеха по очистки ВИД. После проведения операций сбора, транспортировки и накопления ВИД на сырьевых складах заводов по переработке, проводят: идентификацию по категориям; сортировке по материалу, породе и др.; сегрегацию по влажности, загрязнениям и др.; индикацию на недопустимые химикалии. Разработан типовой план цеха размером 36х24 м, в котором предусмотрена сортировка ВИД по четырем категориям, по виду материала – массив, плита; сегрегацию по влажности, на недопустимые включения и загрязнения (рис.). Особенностью цеха является разграничение его на четыре потока. В первом и втором обрабатывается массивная ВИД – соответственно категорий: чистая ВИД-I и загрязнена ВИД-IV. В другой половине цеха проводят обработки плитных материалов: в третьем потоке – ВИД-II, в четвертом потоке – ВИД-III.

После разделения по виду материала и идентификации по качеству проводят операцию наружной очистки от металлических и других видимых включений. Выявление металлических элементов осуществляют с помощью металлодетекторов, которые установлены для каждого вида материала с двух сторон от центрального заезда в цех. После осуществления соответствующих меток, проводится выпиливание дефектных мест и ВИД с металлическими включениями, которые удаляются из цеха боковыми ленточными конвейерами и транспортируется траверсных тележками к другому цеху для измельчения и очистке.

Основой цеха являются станки проходного типа для осуществления операций поверхностной продольной очистки. В частности, для ВИД-I используется четырехсторонний шлифовальный; для ВИД-II – двусторонний шлифовальный; для ВИД-III – двусторонний иглофрезерный, для ВИД-IV – четырехсторонний иглофрезерный станки. После поверхностного очищения проводится повторное обнаружение металлических включений с помощью металлодетекторов, которые есть в каждом из четырех

потоков. Бездефектная ВИД становится пригодной для получения заготовок станками вторичной машинной обработки.

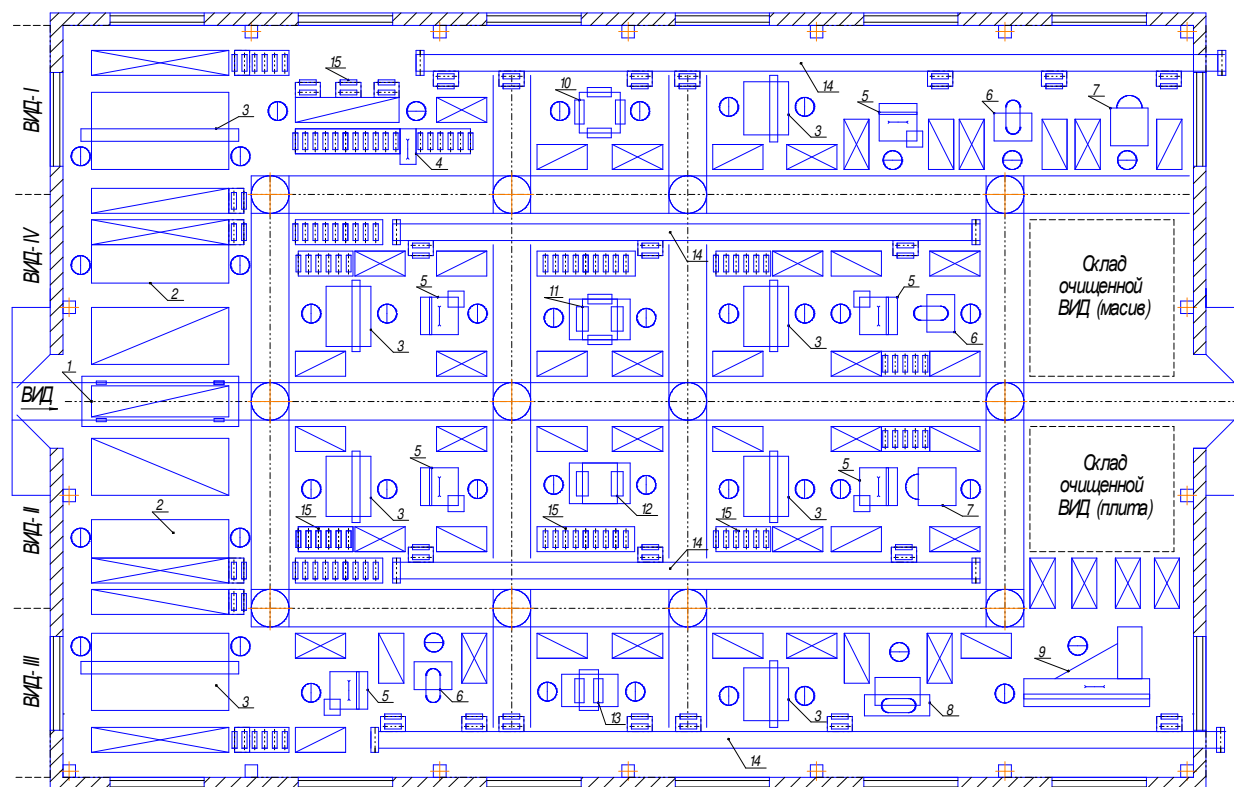


Рис. Типовой план цеха по очистке ВИД:

- 1 – траверсная тележка, 2 – рабочий стол, 3 – металлодетектор, 4 – торцовочный ст., 5 – круглопильный ст., 6 – ленточнопильный ст., 7 – фрезерный ст., 8 – кромкошлифовальный ст., 9 – форматно-раскроечный в-т, 10 – четырехсторонний шлифовальный ст., 11 – четырехсторонний иглофрезерный ст., 12 – двухсторонний иглофрезерный ст., 13 – двухсторонний шлифовальный ст., 14 – конвейер, 15 – секции рольганга

Выводы:

Использован системный подход к переработке ВИД в технологиях деревообработки. Спроектирован цех по сортировке и сегрегации и по очистке и измельчения ВИД различных категорий, как для брусков, так и щитовых элементов.

Проведены экспериментальные исследования по сортировке и очистки ВИД

Очищенная за этими стадиями ВИД является дополнительным сырьем для изготовления столярной плиты, мебельного щита, заготовок криволинейной формы и каркасов для решетчатых и мягких мебельных изделий.

УДК 674.046

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ПРОВАРКИ ФАНЕРНОГО СЫРЬЯ НА КАЧЕСТВО ШПОНА

Ю.П. Данилов,

канд. техн. наук, ФГОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ
danilov2135@mail.ru

А.В. Лыщиков,

студент, ФГОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ
ganzz13@rambler.ru

И.В. Бахвалов,

студент, ФГОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ
bahvalov@mail.ru

В статье рассматривается влияние качества гидротермической обработки фанерного сырья на показатели качества шпона.

Как известно, качество подготовки фанерного сырья в значительной мере определяют качество получаемого шпона, а следовательно, во многом определяют объемы производства высококачественной фанеры. С целью определения влияния температуры фанерного сырья и равномерности ее прогрева

перед лущением на количество трещин на шпоне сотрудниками и студентами кафедры МТД КГТУ в 2011 и 2013 гг. была проведена научная работа на одном из фанерных предприятий Костромской области. В процессе проведения работы были измерены температура воды в бассейне, температура поверхности чураков, карандашей, шпона. Температура поверхности древесных сортиментов определялась лазерным дистанционным термометром «Testo 830-T1», температура воды в бассейне – спиртовым термометром расширения с точностью измерения $\pm 0,5$ °С.

Температура воды в бассейне замерялась в трех ваннах на трех уровнях: 0,20 м, 1,5 м и 2,8 м от поверхности. Замеры проводились в зимнее время температуре окружающего воздуха в 2011 г. -20°С, в 2013 г. – -18°С. Температура воды в ваннах в 2011 г. составила +26 °С, в 2013 г. – +40 °С. Такое изменение температуры воды в ваннах бассейна является следствием ремонтных работ, проведенных в августе 2011 г.

Температура чураков замерялась непосредственно перед подачей их в лущильный станок, температура карандашей замерялась на середине их длины сразу после лущения, температура шпона определялась не позже, чем 30 мин после лущения чурака. Всего в ходе выполнения работы были измерены температура поверхности 200 чураков в 2011г и 153 чураков в 2013 г., 200 карандашей в 2011 г. и 166 карандашей в 2013 г., 150 листов шпона в 2011 и 650 листов шпона в 2013 г.

В результате статистической обработки данных, полученных в ходе замеров, были получены гистограммы распределений температуры различных сортиментов, которые представлены на рис. 1–3.

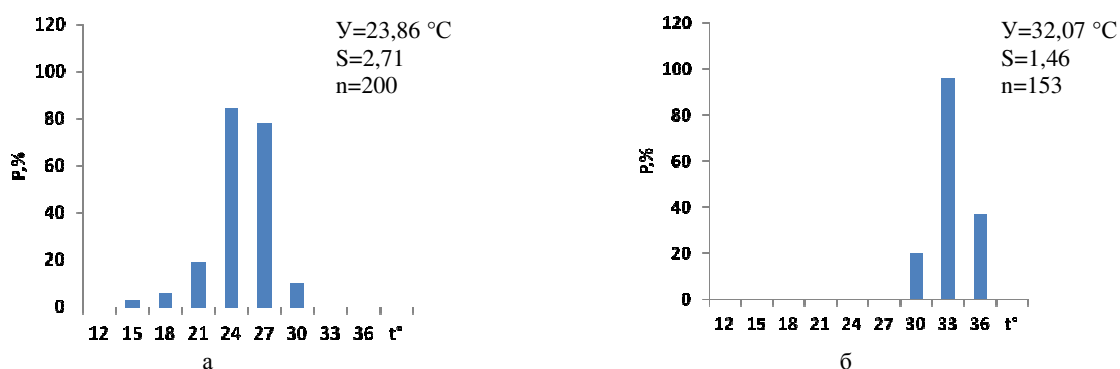


Рис. 1. Гистограмма распределения температуры чураков: а – по данным 2011 г., б – по данным 2013 г.

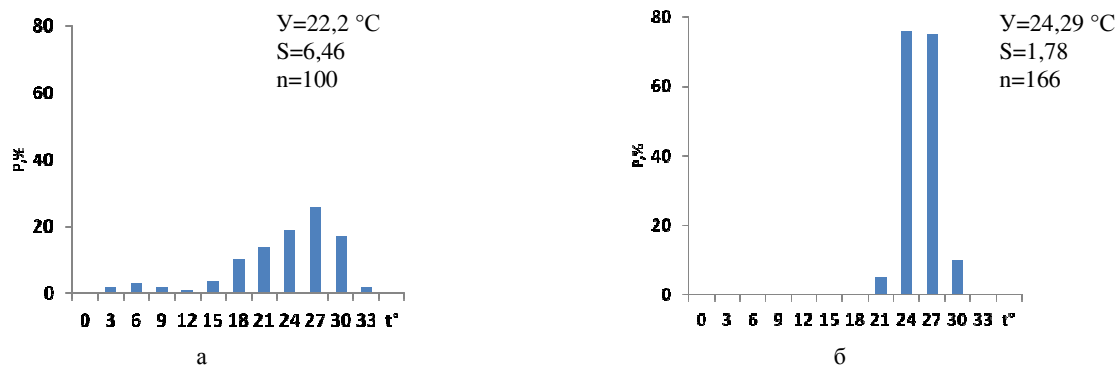


Рис. 2. Гистограмма распределения температуры карандашей: а – по данным 2011 г., б – по данным 2013 г.

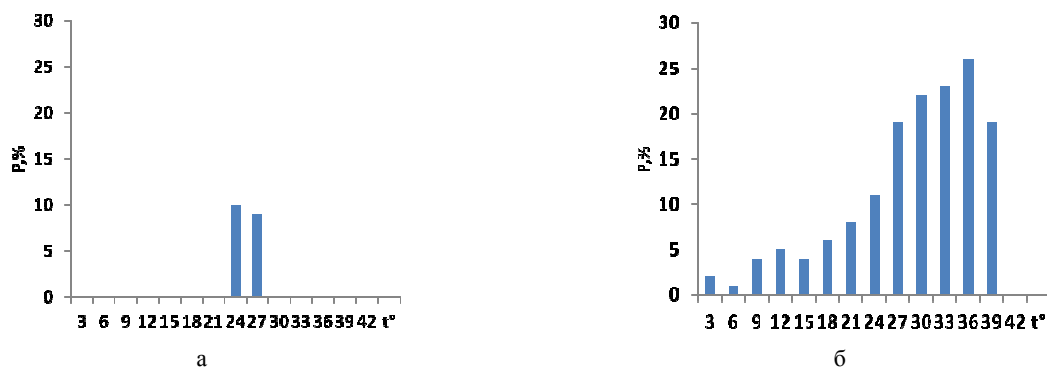


Рис. 3. Гистограмма распределения температуры карандашей: а – по данным 2011 г., б – по данным 2013 г.

Как видно из рис. 1, разброс температур поверхности чураков в 2011 г. составлял от 15°С до 30°С. Повышение температуры воды в бассейне позволило поднять среднюю температуру поверхности

чураков в 2013 г. до 32°C. Но что еще более важно для качества продукции разница температур поверхности чураков уменьшился до 6°C (с 30°C до 36°C).

Как и следовало ожидать повышение температуры воды в бассейне способствовало незначительному повышению температуры поверхности карандаша (с 22,2°C до 24,3°C), но позволило снизить разброс температур: с 30°C (от 3°C до 33°C) в 2011 г. до 9°C (от 21°C до 30°C) в 2013 г. (см. рис. 2).

С целью определения зависимости качества шпона от его температуры были проведены измерения температуры и качества шпона. Гистограммы распределения температуры шпона представлены на рис. 3.

Как известно, проварка фанерного сырья проводится для повышения пластичности древесины с целью снижения вероятности растрескивания шпона при лущении. В процессе выполнения работы в 2011 г. были обмерены 150 листов шпона. Из них 19 листов, т.е. 12,7% имели трещины. В процессе выполнения работы в 2013 г. были обмерены 650 листов шпона. Из них также 19 листов, т.е. только 2,9% имели трещины. Таким образом, за счет соблюдения технологических режимов проварки фанерного сырья пред лущением можно снизить количество шпона, содержащих трещины более чем в четыре раза.

Параметры трещиноватости шпона устанавливали совместно с работниками ОТК предприятия. Работник ОТК определял длину и количество трещин на листе шпона, температура которого была ранее измерена. Длина трещин замерялась с помощью рулетки с точностью до 1 мм, количество же их – визуально.

В качестве показателя трещиноватости шпона принята суммарная длина трещин на листе шпона. Зависимость суммарной длины трещин на листе шпона от температуры древесины описывается логарифмической зависимостью:

- по данным 2011 г.:

$$y = -26,411 \ln(x) + 52,494 \text{ см} , \quad (1)$$

- по данным 2013 г.:

$$y = -14,37 \ln(x) + 55,786 \text{ см} . \quad (2)$$

На основании результатов проведенной научно-исследовательской работы, можно сделать следующие выводы:

1. Зависимость трещиноватости шпона от температуры древесины описывается логарифмической зависимостью. Зная эту зависимость, можно определить резервы повышения качества шпона за счет проварки сырья.

2. Основываясь на результатах научно-исследовательской работы можно сделать вывод, что качество проварки сырья увеличилось за счет проделанных в августе 2011 г. ремонтных работах на участке подготовки сырья, что в конечном итоге положительно отразилось на качестве выпускаемого шпона, а следовательно, и на качестве готовой фанеры.

УДК 674.8

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ КЛЕЕНОГО БРУСА С ЛАМЕЛЯМИ РАЗНОЙ ТОЛЩИНЫ

К.В. Зайцева,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ,
kseniya_zaiцева@mail.ru

В статье предлагается схема сборки клееного бруса с ламелями разной толщины. По результатам экспериментальных и расчетных данных данный брус соответствует всем требованиям по теплозащите.

Как известно, в растущем дереве выделяют три зоны расположения сучков: I – бессучковая зона, II – зона отмерших сучков, III – зона здоровых сучков (рис. 1). Так же из схемы видно, что комлевая часть ствола имеет на периферии бессучковую древесину, что увеличивает ее ценность, и на практике из данной части в большинстве случаев выпиливаются боковые доски (толщиной 25 мм и меньше).

При производстве клееного бруса качество наружных ламелей должно быть высокого качества, т.е. сорта А, а внутренних более низкого – сорта В и С, причем ламели, используемые для производства клееного бруса имеют одинаковую толщину от 32 до 42 мм, а более тонкие ламели не используются. Для увеличения сортности ламелей производится вырезка дефектных мест, что снижает процент выхода.

В связи с вышеизложенным предложена следующая схема сборки клееного бруса, которая представлена на рис. 2 размерами 200×150 мм с внутренними слои

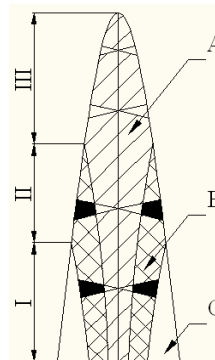


Рис. 1. Общие закономерности расположения пороков в бревнах

толщиной 40 мм сорта С и наружными слоями толщиной 20 мм сорта А, при чем наружные ламели выполнены из бес-сучковой зоны.

Одним из основных требований, предъявляемых к ограждающим конструкциям из клееного бруса, является обеспечение заданного температурного режима в здании. При проектировании теплозащиты обычно используют рекомендации, приведенные в СНиП 23-02–2003, в частности – справочные данные о коэффициенте теплопроводности λ , который является одной из важнейших характеристик клееного бруса как ограждающего материала.

Коэффициент теплопроводности клееного профилированного бруса определяется следующим образом: во-первых, используя результаты исследований Чудинова Б.С., определяем значение коэффициента теплопроводности λ_n , Вт/(м·К) в направлении поперек волокон при плотности древесины $\rho_n = 0,500$ г/см³ по формуле

$$\lambda_n = 0,00497 W + 0,000001 (T+273) + 0,1426, \quad (1)$$

где W, T – соответственно влажность, % и температура древесины, °С.

Во-вторых, определяется расчетное значение коэффициентов теплопроводности цельной (бес-сучковой) древесины $\lambda_{др}$:

$$\lambda_{др} = \lambda_n K_p, \quad (2)$$

а также древесины сучка λ_c :

$$\lambda_c = K_x \lambda_n K_p, \quad (3)$$

где K_x – коэффициент, учитывающий направление волокон; $K_x = 2,2$; K_p – коэффициент, учитывающий плотность древесины:

$$K_p = 4,77\rho^2 - 2,73\rho + 1,19, \quad (4)$$

где ρ – плотность древесины, г/см³.

Для определения теоретического коэффициента теплопроводности бруса с учетом объема сучков в ламелях предлагается воспользоваться формулой для нахождения объема цилиндра (без учета изменения диаметра сучка по толщине ламели):

$$\lambda_{бр} = \lambda_{др} + \frac{\pi \sum_{i=1}^n m_i d_{срi}^2 \delta_i}{4LBH} (\lambda_c - \lambda_{др}), \quad (5)$$

где m_i – количество сучков в i -й ламели, шт.; n – количество ламелей в брус, шт.; B, H, L – соответственно ширина, высота и длина бруса, м; δ_i – толщина i -й ламели, м; $d_{срi}$ – средний диаметр сучков в i -й ламели, м.

Расчитанный по данным формулам коэффициент теплопроводности клееного профилированного бруса размерами 200×150 мм с учетом объема сучков в ламелях равен 0,204 Вт/м·°С.

Так же был определен коэффициент теплопроводности экспериментальным путем [1]. Датчики располагались в крайних ламелях как видно из рисунка 2. Опыт длился 8 часов, значения полученных коэффициентов теплопроводности представлены в таблице 1.

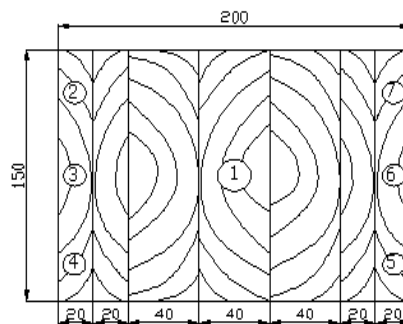


Рис. 2. Схема установки датчиков для определения коэффициента теплопроводности бруса

Значения коэффициентов теплопроводности

Таблица 1

№ датчика	Мощность, Вт	Длина нагревательного элемента, м	Расстояние от нагревательного элемента до датчика, м	Температура ТЭНа, °С	Температура датчика, °С	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/м·°С	Температура среды, °С	Переводной коэффициент К	Коэффициент слоистости	Коэффициент теплопроводности λ_k , Вт/м·°С	Среднее арифметическое λ	Среднее квадратическое отклонение, S ²
2	20	0,6	0,1105	91,1	30,4	0,2412	60,75	0,9572	1,055	0,2435	0,2328	0,00004
3			0,095		31,3	0,2315	61,2	0,9568		0,2337		
4			0,1		28,4	0,2251	59,75	0,9582		0,2275		
5			0,088		31,9	0,2269	61,5	0,9565		0,2289		
6			0,081		33,8	0,2268	62,45	0,9555		0,2286		
7			0,098		30,9	0,2326	61	0,957		0,2348		

По результатам экспериментальных данных коэффициент теплопроводности бруса составил $\lambda = 0,2328 \pm 0,0063$ Вт/(м·°С). То есть с учетом возможной допустимой ошибки значение коэффициента теплопроводности бруса будет находиться в интервале от 0,2265 до 0,2391 Вт/(м·°С).

Полученные в ходе экспериментальных исследований результаты определения коэффициента теплопроводности были проверены на сходимость со значениями, вычисленными по математической модели. Абсолютные и относительные отклонения полученных экспериментальным путем коэффициентов теплопроводности клееного бруса от вычисленных значений представлены в таблице 2.

Таблица 5

Проверка сходимости теоретических и экспериментальных данных

Значение коэффициента теплопроводности, Вт/(м·°С)			Отклонение экспериментальных данных			
экспериментальное	для бруса с ламелями толщиной 40мм	теоретическое	от справочных		от теоретических	
			абсолют., Вт/(м·°С)	относ., %	абсолют., Вт/(м·°С)	относ., %
0,233	0,228	0,204	0,0048	2,06	0,036	12,4

По результатам проверки сходимости результатов определения коэффициентов теплопроводности с помощью математической модели и экспериментальным путем, можно сделать следующие выводы:

1. Отклонение экспериментальных данных от теоретических составляет 12,4 %
2. относительное отклонение значений коэффициента теплопроводности с клееным брусом склеенным по традиционной схеме сборки (ламелями по 40 мм) не превышает 2,06 %

Следовательно, можно сделать следующий вывод: предлагаемую схему сборки клееного бруса с ламелями разной толщины можно использовать как ограждающую конструкцию зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боровиков А.М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине: справочник. – М.: Лесная пром-сть, 1989. – 296 с.
2. Зайцева К.В., Титунин А.А. Разработка методики определения эксплуатационных параметров клееного бруса // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2008. – № 6. – С. 67–71.
3. Определение коэффициента теплопроводности клееной древесины / А.А. Титунин, Ю.П. Данилов, В.П. Чулков, К.В. Сироткина // Вестник КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2005. – Вып. 11. – С. 114–117.
4. СНиП 23-02–2003. Тепловая защита зданий. – М.: Госстрой России, 2003. – 27 с.

УДК 674.4

ТЕХНОЛОГИЯ БОЧАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

К.С. Захаров,

ст. ЛПФ, гр. ТД-41, ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.

fenix-giv@yandex.ru

И.П. Демитрова,

канд. биолог. наук, доцент, ГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.

holunica@mail.ru

В статье рассматриваются особенности технологического процесса бочарного производства с применением колотых клепок (ладов).

Издrevле деревянные бочки имели большой спрос и применялись во всех хозяйственных и подсобных работах, где требовалось перевозить или хранить жидкости, либо сыпучие вещества. К сожалению, в наше время бондарное, не побоюсь этого слова, искусство стало утрачиваться, а взамен стали применяться полиэтиленовые мешки, пластики и оцинкованная сталь. Это может самым пагубным образом сказаться на хранимых в них продуктах, так как под влиянием определенных факторов из пластика могут выделяться вредные токсичные вещества. Деревянные же бочки не несут такой угрозы, а наоборот, способствуют длительному хранению и даже преумножению вкусовых качеств.

Проблема недостатка профессиональных бондарей и выпускаемой ими продукции на сегодняшний день является довольно острой. Повсеместное применение пиленой клепки не является решением данной проблемы, а лишь позволяет получить большую прибыль при минимальных затратах, жертвуя качеством и долговечностью. Поэтому стоит возродить настоящее бондарное производство с применением колотых клепок, как это было столетия назад.

Применение современного оборудования позволило бы сократить долю ручного труда, повысить производительность, не жертвуя качеством. Пневматические колуны, прессы обручно-посадочные, бондарно-доньевырезные станки – все они уже существуют, но имеют малое практическое применение

в связи с отсутствием большого количества предприятий, нуждающихся в них. По сути, сокращение доли ручного труда путем внедрения специализированного оборудования на сегодняшний день должно являться прерогативным направлением развития бочарного производства. Достигнув частичной автоматизации увеличиться и объем выпускаемой продукции, что позволит удовлетворить спрос и расширить ассортимент. Но самое главное - сохраниться традиционная технология без потерь в качестве. Покупатель наконец сможет выбирать среди качественного товара.

Для изготовления бондарной посуды применяют дощечки с прямоугольным сечением - клепки, или лады. Как уже упоминалось, они бывают пиленые или колотые. Пиленые клепки имеют низкую прочность, так как пила перерезает волокна древесины, как бы вскрывая их. От этого клепки становятся не только слабыми на излом, в поры древесины проникают гнилостные микробы и разрушают ее. В бондарной посуде долго держится запах разложившихся продуктов. Но изготовить такие клепки проще, чем колотые, так как можно использовать для этого современное оборудование.

Колотые клепки более сложны в изготовлении. Расколоть или расщепить древесину можно в двух направлениях: в радиальном и тангентальном. При раскалывании древесины в радиальном направлении плоскость раскола должна идти только через сердцевину колоды и чурака. При этом она будет совпадать с сердцевинными лучами, которые облегчат раскалывание. Если же раскол произойдет несколько в стороне, то плоскость скола будет уже тангентальной. В этом направлении древесина большинства лиственных деревьев колется с трудом. Также известно, что сырая древесина колется легче, поэтому зачастую клепки заготавливают сразу после того, как было свалено дерево.

Сушка заготовленных клепок происходит атмосферным способом: раскладывают штабелями на открытом воздухе и выдерживают от трех месяцев до трех лет. Затем попав в бондарную мастерскую происходит разметка, строжка, сборка остова на черновые обручи, придание ему требуемой вогнутости, сборка донцев, обжиг остова и донца, нарезание уторного паза, вставка донца, набивка обручей, финишная шлифовка, проверка на герметичность. Все операции довольно трудоемки и требуют от бондаря физических усилий. Важно чтобы все клепки были плотно подогнаны друг к другу – от этого зависит успех проделанной работы.

Также, большую роль играет защитный состав, которым покрывается бочка. Традиционно это прогретая натуральная олифа с добавлением пчелиного воска. Не допускается применение составов с содержанием синтетики и окселей, глянцевого лака и др. схожих химических веществ. Они препятствуют важнейшему процессу – газообмену. Без него бочка – всего лишь емкость для самогона.

Конечно, можно отказаться от раскалывания чураков в пользу пиления, но это будет шаг не в пользу повышения качества, а лишь снизит долговечность бондарной продукции. Бочка уже не будет отвечать всем требованиям надежности, которые предъявляют винокуренные заводы, в них не зальют дорогой коньяк или виски. Поэтому колотые клепки стоит применять в обязательном порядке, если мы хотим, чтобы бочка прослужила не один десяток лет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федотов Г.Я. Секреты бондарного ремесла. – М.: Экология, 1991.
2. Лихачев Д.С. Культура русского народа X–XVII в. – М.-Л., 1961.
3. Тихомиров М.Н. Русская культура X–XVIII вв. – М., 1968.

УДК 674.59

ФАЙН-ЛАЙН: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Е.В. Кантиева,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.
ekantieva@mail.ru

Л.В. Пономаренко,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.
pon63@yandex.ru

Н.М. Кошелева,

студент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

В статье рассматриваются показатели шпона файн-лайн, особенности его технологии и применения.

Строганный шпон – это один из самых распространенных материалов, используемых для облицовывания изделий из древесины. В качестве сырья для производства строганого шпона обычно используются породы с красивым цветом и текстурой. Это древесина тропических пород, а также твердых лиственных пород, произрастающих на территории России. Наиболее ценное сырье – это древесина тропических пород, вырубаемых в Лаосе, Малайзии, Бразилии. Однако разрозненность необходимых пород деревьев в джунглях, а также достаточно сложная вырубка и транспортировка оказывают большое влияние на цену сырья.

Цена искусственного строганого шпона типа файн-лайн, несмотря на сложную технологию, дорогостоящее оборудование, большое количество дополнительных материалов сравнима с ценой натурального. Можно с уверенностью утверждать, что шпон файн-лайн уже в ближайшем будущем будет вытеснять натуральный строганый шпон, чему будет способствовать и борьба за экологию и сохранение лесов тропического пояса Земли.

Fine-line (файн-лайн) – технология производства шпона из натуральных быстрорастущих мягких пород древесины. Файн-лайн в переводе с английского означает хорошая, прекрасная линия. Иногда такой шпон называют «реконструированным» или «инженерным». При изготовлении шпона по технологии файн-лайн в качестве основного сырья используется древесина искусственно выращенных тополей и традиционно быстрорастущих тропических пород, что позволяет говорить о высоком природоохранном эффекте данной технологии. Быстрорастущий тополь достигает технической спелости через 13–15 лет, имея диаметр чурака 35–40 см. Искусственно выращенные тополя имеют крону только наверху, а весь ствол, идущий на производство, вырастает без сучков (их периодически срубают во время роста дерева). В связи с тем, что древесина растет быстро и равномерно, рисунок шпона остается равномерным, не имеет резких переходов, дефектов, выщерблин и сколов.

Размерные характеристики шпона файн-лайн: длина – 2030...3400 мм; ширина – 400...1000 мм; толщина – 0,3...5,0 мм.

Шпон файн-лайн является более пористым материалом в сравнении с традиционно применяемым строганым шпоном. Он выпускается со следующей структурой древесины: радиальный шпон; тангенциальный шпон; корни (имеющий текстуру корня на торцевом срезе); декоративный шпон, имеющий любой дизайн. Эти типы текстуры шпона могут окрашиваться в любой цвет, исходя из требований потребителя.

Плотность шпона составляет 450...600 кг/м³. Влажность шпона при поставке составляет 8...12%. Шпон (его окраска) хорошо сопротивляется воздействию света. Его стойкость к воздействию света сходна с любым видом натуральной древесины.

Изготовление шпона файн-лайн предполагает на первом этапе изготовление лущеного шпона по традиционной технологии, при этом толщина лущеного шпона составляет 0,5...1 мм. На следующем этапе проводят прокрашивание лущеного шпона и его сушку. Далее осуществляют сборку блока. При формировании блока клей наносится на каждый лист шпона, и листы шпона укладываются в соответствии с заданной схемой сборки. Комбинируя цвета листов шпона, их толщины и слоистость, а также направление плоскости резания (строгания блока) можно получить многообразие расцветок и композиций листов шпона файн-лайн. Сформированный пакет отправляют на операцию прессования, причем режим прессования также оказывает влияние на формирование рисунка шпона файн-лайн.

После продольной распиловки и шлифования блок представляет собой ванчес для строгания шпона. Возможны и варианты раскроя блока на брусы (брусья) с последующим их склеиванием в ванчес, что естественно расширяет возможности получения строганого шпона с более широким спектром рисунков. Строгание шпона производят на обычных шпонострогальных станках. Расположение ванчеса на платформе (столе) станка также расширяет спектр многообразия текстур строганого шпона. Если проводить строгание не параллельно к пласти блока, то можно получить рисунок в виде полос с размытыми переходами, ширина которых зависит от угла наклона плоскости строгания к этой пласти. При неплоской форме блока получаемый шпон может обладать сложной текстурой, напоминающей карельскую березу, рисунок корней, «птичий глаз» клена и др.

Полученный шпон после строгания досушивается до влажности 6...10%. Используемое оборудование для сушки шпона придает также и плоскостность листам шпона.

Шпон файн-лайн можно наклеивать холодным или горячим способом. При холодном прессовании используется клей ПВА, а при горячем – клей на основе карбамидоформальдегидных или фенолоформальдегидных смол, которые рекомендуется подкрашивать в цвет конечной продукции. В случае облицовывания криволинейных поверхностей, шпон следует предварительно увлажнить. Так как шпон файн-лайн более пористый, по сравнению с натуральным строганым шпоном, рекомендуется увеличить расход клея на 5...10%.

Шпон файн-лайн имеет преимущества перед натуральным строганным шпоном. Это многообразие текстур, минимальное количество дефектов (сучков, узлов, полостей), возможность воспроизводить любую породу древесины, равномерность рисунка и цвета, что дает возможность производить целые серии изделий с идеальными и абсолютно одинаковыми поверхностями, размеры листов шпона позволяют минимизировать его отходы (до 3%). Шпон файн-лайн хорошо кроится и подбирается, в случае необходимости в рубашки. Технология ребросклеивания стандартная, как и с традиционным шпоном, при этом используется синтетические нити или гуммированная лента.

Однако, как любой материал, шпон файн-лайн имеет недостатки. При его изготовлении используются синтетические клеи, содержащие в себе свободный формальдегид, что может приводить к выделениям в воздух вредных веществ. Шпон файн-лайн, имеющий линейный рисунок, в котором полосы шпона склеены на ребро, обладает повышенной ломкостью вдоль клеевых фуг и на торцах.

В связи с этим производители шпона перед началом строгания замазывают торцевые поверхности склеенного блока эластичным резиноподобным составом, в результате чего на кромках каждого листа шпона остаются его характерные полосовые остатки.

Облицовывание поверхностей шпоном фан-лайн и их последующая отделка связаны с повышенным расходом клеевых и лакокрасочных материалов из-за их впитывания. Часто наблюдается и просачивание клея через шпон, что требует обязательной предварительной проверки совместимости применяемых лака и клея.

Стоимость этого материала, в особенности со сложными рисунками текстуры, обычно выше, натурального. Однако этот недостаток, перекрывается за счет меньшего количества отходов, образующихся при раскрое и ребросклеивании. Благодаря этому удельная стоимость шпона фан-лайн в готовом изделии может оказаться значительно ниже стоимости натурального шпона.

Все недостатки материала с лихвой компенсируются достоинствами, что позволяет выгодно использовать фан-лайн для производства межкомнатных дверей, мебели, мебельных и стеновых щитов.

Но, чтобы быть уверенным в полном исключении брака, каждый изготовитель изделий перед применением шпона фан-лайн обязательно должен проводить предварительные опыты для отработки собственной технологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Разиньков Е.М., Мурзин В.С., Кантиева Е.В. Технология и оборудование клеевых материалов: учебное пособие; М-во образования и науки РФ, ГОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2013. – 296 с.
2. Бирюков В.Г. Технология клеевых материалов и древесных плит: учеб. пособие. – М.: МГУЛ, 2012. – 292 с.

УДК 674.05

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДЕРЕВЯННЫХ КЛЕЕНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Т.И. Карасова,

канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ
masnt_kos@kmtn.ru

А.А. Лапенко,

студ., ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ

В статье рассмотрены прочностные характеристики клеевых систем, на основе которых изготовлены образцы деревянных клеевых конструкций.

Влияние эксплуатационных воздействий на прочность и долговечность деревянных клеевых конструкций достаточно хорошо изучено. Разработаны и обоснованы различные методы и средства обеспечения эксплуатационной надежности клеевых конструкций. В том числе меры по обеспечению надежности при неблагоприятных эксплуатационных воздействиях.

Опыт эксплуатации деревянных клеевых конструкций (ДКК) показывает, что они весьма чувствительны к эксплуатационным воздействиям. Особенно неблагоприятным является увлажнение, особенно со стороны торцов – из-за возникновения неравномерных внутренних напряжений происходит расслаивание материала. Увлажнение плоскостей вызывает коробление материала, что является причиной снижения эксплуатационной надежности конструкций.

В процессе эксплуатации конструкции на основе ММФ систем могут подвергаться постоянному или переменному увлажнению. Причем они могут эксплуатироваться как при повышенных, так и пониженных температурах.

Все это может отрицательно влиять на эксплуатационную надежность конструкций. Поэтому важно знать, как изменяется начальная прочность при действии на материал температурно-влажностных факторов. Это особенно важно, т. к., по сравнению с фанерой, имеющей перекрестное расположение слоев шпона, в ДКК, как правило, основная часть слоев имеет продольное направление волокон древесины.

Стойкость клеевых соединений оценивается, как правило, путем постоянного или переменного температурно-влажностного воздействия на малые стандартные образцы с последующей проверкой их прочности путем испытаний на скалывание образцов по клеевому шву и характеризуется отношением прочности образцов, подвергнутых указанным воздействиям, к прочности контрольных образцов.

В отечественной практике определение предела прочности клеевых соединений древесных слоистых материалов при скалывании по клеевому шву принято использовать ГОСТ 20850. Малая площадь склеиваемой поверхности позволяет максимально оценивать сам клей при минимальных внутренних напряжениях в образце.

Долговечность соединений в значительной степени определяется влиянием внутренних напряжений, возникающих в материале. Поэтому для изучения прочности и стойкости ДКК при эксплуатационных воздействиях был принят образец сечением 50×50 мм и длиной 75 мм с площадью послойного скалывания 25 см².

Испытания показали, что средняя прочность клеевых соединений Grip Ultra Flex составляет 8,14 МПа при минимальном значении 5,73 МПа. Для материала ММФ соответственно 7,97 и 5,95 МПа.

На 2-м этапе определялись режимы увлажнения образцов, для чего они вымачивались в воде при $t = 20 \pm 2$ °С. В течение 48 ч образцы набирают максимальное количество воды (48...54 %) в зависимости от типа материала. При дальнейшем вымачивании в течение последующих суток поглощение воды образцами колеблется в пределах 1...2 % (рис.).

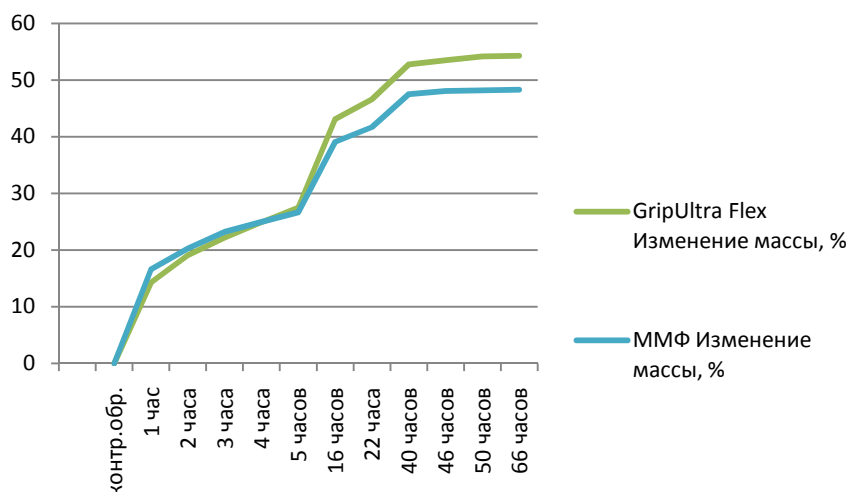


Рис. Интенсивность увлажнения образцов

Учитывая результаты испытаний, при изучении водостойкости материала принимается продолжительность вымачивания образцов в течение 48 ч. При циклических температурно-влажностных воздействиях образцы выдерживаются в воде при $t = 20 \pm 2$ °С в течение 20 ч.

Оценка водостойкости клеевых соединений Grip Ultra Flex и ММФ определялась отношением прочности образцов, подверженных указанным воздействиям, к прочности контрольных образцов. Известно, что процесс диффузии молекул воды в полимерах сопровождается разбуханием, как древесины, так и клея. Если рассматривать образец цельной древесины, то при достижении им влажности, равной или выше точки насыщения волокон, величина влажностных напряжений в нем приближается к нулю. При склеивании слоев древесины, клей после отверждения фиксирует положение соединяемых элементов древесины при этой влажности. При увлажнении (высушивании) древесина и клей характеризуются неодинаковыми коэффициентами разбухания (высушивания). Таким образом, при изменении влажности в зоне клеевого соединения имеет место несоответствие величины деформации клеевого соединения, что влечет за собой возникновение напряжений, образующих концентрации в зонах соединения материалов с различными физико-механическими свойствами. Зоны концентрации напряжений могут являться местами начала разрушения при действии влажностных напряжений, а также при сочетании их с напряжениями от внешней нагрузки. Вышеуказанное состояние явилось причиной некоторого снижения прочности соединений при переменных влажностных воздействиях. Обобщенные результаты испытаний по оценке водостойкости приведены в табл.

Таблица

Время вымачивания в воде при $t = 20 \pm 2$ °С		Прочность при скалывании, МПа				
		Контрольные образцы	После вымачивания		После кипячения	
			в мокром состоянии	в сухом состоянии	в мокром состоянии	в сухом состоянии
Grip Ultra Flex	Предел прочности, среднее значение, МПа	8,14	4,73	6,46	4,59	5,69
	Предел прочности, минимальное значение, МПа	5,73	3,9	4,3	3,4	4,54
	Характер разрушения	по древесине	по клеевому шву	по клеевому шву	по клеевому шву	по древесине
ММФ	Предел прочности, среднее значение, МПа	7,97	4,1	5,24	4,23	5,33
	Предел прочности, минимальное значение, МПа	5,95	3,28	4,27	3,54	3,41
	Характер разрушения	по клеевому шву	по клеевому шву	по клеевому шву	по клеевому шву	по клеевому шву

Анализируя результаты проведенных испытаний по оценке водостойкости и прочности клеевых соединений разных типов материала, можно сделать следующие выводы:

- показатели прочности Grip Ultra Flex и ММФ при скалывании по клеевому шву в сухом виде удовлетворяют нормативным требованиям ГОСТ 20850 «Конструкции деревянные клееные. Общие технические условия». (Среднее значение прочности при послойном скалывании – не ниже 8 МПа).
- показатели прочности Grip Ultra Flex и ММФ при скалывании по клеевому шву после температурно-влажностных воздействий при испытании в сухом виде удовлетворяют нормативным требованиям ГОСТ 17005 «Конструкции деревянные клееные. Метод определения водостойкости клеевых соединений».

В условиях эксплуатации клеевые соединения могут подвергаться переменному воздействию увлажнения, нагрева и охлаждения, что вызывает появление в них температурных, а в ряде случаев – влажностных напряжений. Виды и продолжительность температурно-влажностных воздействий при ускоренных испытаниях зависят от предполагаемых условий эксплуатации материала.

Не смотря на большое разнообразие методов испытаний, они направлены на ослабление адгезионных связей и развитие внутренних напряжений в клеевых соединениях, что имеет сходство с характером ослабления соединений в естественных условиях, главными признаками которого являются химические изменения клея и физического «утомления» клеевого соединения под действием возникающих в нем напряжений.

Для изучения стойкости клеевых соединений был использован метод ускоренных испытаний, каждый цикл которых включал в себя следующие операции: вымачивание образцов при $t = 20 \pm 2$ °С, в течение 20 ч, замораживание мокрых образцов при $t = -10 \pm 2$ °С в течение 6 ч, оттаивание при $t = 20 \pm 2$ °С в течение 16 ч и высушивание при $t = 60 \pm 5$ °С в течение 6 ч. По результатам полученных испытаний среднее снижение от начальной прочности клеевых соединений после циклических испытаний составило для Grip Ultra Flex – 44 %, а для ММФ – 50 % соответственно.

Анализируя характер разрушения образцов можно отметить, что снижение прочности при столь жестких температурно-влажностных воздействиях в большей степени может быть отнесено к снижению прочности древесины ламелей. Показатели прочности испытанных клеевых систем разных типов при скалывании по клеевому шву после температурно-влажностных воздействий при испытании в сухом виде удовлетворяют нормативным требованиям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. ГОСТ 17005–82. Конструкции деревянные клееные. Метод определения водостойкости клеевых соединений. – Взамен ГОСТ 17005–71; введ. 1983-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 3 с.
2. ГОСТ 17580–82. Конструкции деревянные клееные. Метод определения стойкости клеевых соединений к циклическим температурно-влажностным воздействиям. – Взамен ГОСТ 17580–72; введ. 1983-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 4 с.

УДК 674.817

РЕЖИМ СКЛЕИВАНИЯ КЛЕЕНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА СОВМЕЩЕННОМ КЛЕЕ

А.А. Мещерякова,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж, РФ
aam_mtd_vglta@mail.ru

В статье рассматриваются условия склеивания карбамидомеламинформальдегидными и карбамидоформальдегидными клеями, режим склеивания клееных деревянных конструкций на совмещенном клее.

Режим склеивания – это определенное сочетание ряда факторов, обеспечивающих возможность экономического получения клеевого соединения, отвечающего ряду качественных требований. В широком понимании этого термина к режиму склеивания могут быть отнесены и условия подготовки материалов к склеиванию. Тогда он будет включать в себя: состояние применяемого клея, количество клея, наносимого на склеиваемые поверхности, состояние воздуха производственных помещений, состояние склеиваемых поверхностей, температуру склеивания, давление на склеиваемый материал, продолжительность выдержки под давлением, продолжительность выдержки склеенного материала после освобождения его из пресса.

Для получения прочного клеевого соединения необходимо добиваться хорошего смачивания древесины клеем и образования тонкого, однородного по толщине и сплошного клеевого слоя, в котором отсутствуют или были бы сведены к минимуму внутренние напряжения [3].

Удельный расход карбамидных клеев в России и за рубежом существенно не отличается и составляет 100–130 г/м² склеиваемой поверхности для клеев горячего отверждения и 200–250 г/м² для холодного. Во избежание появления непроклеенных участков следует избегать расхода клеев меньше оптимального. В определенных пределах должна быть и влажность древесины. Слишком влажную древесину карбамидные клеи не склеивают, а при пересушенной – влага из клея быстро поглощается древесиной и происходит преждевременная потеря жизнеспособности клея. В отечественных источниках рекомендуется влажность древесины 6–10 %, а в зарубежных 6–12 %, что практически одно и то же. Относительная влажность воздуха при склеивании должна составлять около 65 %.

Температура помещения и температура склеиваемых деталей должна поддерживаться на одном уровне и составлять 18–25 °С. Колебания температуры приводят к сильному изменению времени отверждения. Особенно это проявляется зимой и летом. Поэтому летом приходится изготавливать клей холодного отверждения понемногу, по мере его израсходования. Иногда применяют клеянки с охлаждением водой.

Существенное значение имеют сроки открытой и закрытой выдержки до прессования. Время выдержки зависит от плотности древесины, ее влажности, расхода клея, температуры. Рост первых трех факторов увеличивает допустимое время выдержки. Для большинства марок за рубежом принято, что время выдержки перед прессованием для клеев горячего отверждения составляет 0–24 ч, а для клеев холодного отверждения – около 20 мин.

Надо помнить, что время от начала загрузки пакетов в горячий пресс до запрессовки должно составлять 1–1,5 мин во избежание некачественного склеивания из-за преждевременного отверждения. При раздельном нанесении смолы и отвердителя время выдержки до прессования ограничивается жизнеспособностью смолы – величиной, значительно большей, чем жизнеспособность клея. Иногда рекомендуется подсушка поверхности с нанесенным отвердителем, что уменьшает количество воды, вводимой в клей, и ускоряет процесс. Некоторые перспективы в увеличении жизнеспособности клея создает способ одновременного раздельного нанесения на склеиваемые поверхности смолы и отвердителя. Так как реакция отверждения начинается только в момент их совмещения, жизнеспособность клея растет.

Для получения качественного клеевого сопряжения на карбамидных смолах большое значение играет давление при прессовании. Карбамидные клеи требуют относительно высокого давления – 5–12 кг/см². Время прессования зависит от температуры плит пресса, влажности древесины и ее породы, расхода клея и его вида.

Температура горячего прессования равна 110–125 °С для отечественных клеев и 95–105 °С для ряда зарубежных.

Карбамидные смолы дают высокопрочное клеевое соединение при эксплуатации в условиях, защищенных от прямого совместного воздействия воды и температуры выше 70 °С. Прочность таких соединений не понижается после продолжительного вымачивания в воде при комнатной температуре. Отмечается, что вымачивание в холодной воде и последующее высушивание сравнительно мало изменяет прочность клеевого соединения (если только высушивание производилось не при высоких температурах). Клеи, отвержденные при высоких температурах, дают более теплостойкий клеевой шов, чем клеи холодного отверждения.

Повысить эксплуатационные качества клеевого сопряжения и особенно его водостойкость можно, вводя в клей различные усиливающие добавки – в основном меламин и его производные, а также резорцин.

Отечественные жидкие карбамидоформальдегидные клеи не уступают по своим качествам наиболее распространенным маркам зарубежных клеев такого типа. Отличием наиболее высококачественных марок зарубежных смол по сравнению с отечественными является их повышенный срок хранения [1, 6].

Условия склеивания карбамидомеламиноформальдегидными и карбамидными клеями практически одинаковы. Однако при склеивании карбамидомеламиновыми клеями влажность склеиваемой древесины может составлять 6–10 %, в то время как для карбамидных клеев низкий предел влажности 4–5 % [2].

Молекулы меламиновых смол, так же как и карбамидных, при нагреве сшиваются между собой при помощи эфирных или метиленовых мостиков, образуя неплавкий и нерастворимый полимер [4, 5]. Установлено, что жидкие клеи легко отверждаются добавками растворов кислот (муравьиной, хлоруксусных, фосфорных и других). Скорость отверждения, аналогично карбамидным клеям, определяется концентрацией водородных ионов. Меламиновые смолы отверждаются при меньшей кислотности и, по-видимому, менее чувствительны к рН, чем карбамидные.

В Германии меламиновые клеи используют в деревянном судостроении. Бесцветность меламиновых, так же, как и карбамидных, смол является их преимуществом по сравнению с фенольными и резорциновыми смолами. Меламиновые смолы выпускают в жидком и порошкообразном виде, а также в виде пленок [6].

В Западной Европе и США основная часть меламиновых смол для клеев выпускается в порошкообразном виде, что объясняется недостаточной стабильностью жидких смол. Концентрация отечественных и зарубежных жидких меламиновых смол составляет около 65 %. Приготовление клеев заключается в растворении смол и добавке отвердителя [6].

Наполнители для меламиновых клеев не имеют такого жизненного значения, как для карбамидных, но их часто применяют из экономических соображений. В качестве наполнителей за рубежом употребляют ржаную муку, крахмал, древесную муку, применяемые и для карбамидных клеев.

В нейтральной среде процесс отверждения проходит при повышенной температуре (85–100 °С). При добавке кислых отвердителей температуру отверждения можно снизить до 45 °С и ниже. Специальными исследованиями доказано: с повышением температуры скорость образования крупных молекул уменьшается, что может сопровождаться падением прочности склеивания. Однако в производстве чаще всего пользуются меламиновыми клеями горячего отверждения.

Высокая реактивность меламиновых клеев позволяет не опасаться преждевременного удаления влаги из клея, что в случае использования карбамидных и, особенно, фенольных смол, может понизить прочность склеивания.

Зазорозаполняющие свойства меламиновых клеев примерно такие же, как и карбамидных. Чем тоньше клеевой шов, тем выше качество склеивания. Давление прессования не отличается от давления, применяемого при работе с карбамидными клеями (15–20 кг/см² для древесины твердых пород и 10–15 кг/см² для мягких пород).

В данной работе использовали следующий режим склеивания клееных деревянных конструкций на совмещенном клее [4, 5], состоящем из карбамидомеламиноформальдегидной и карбамидоформальдегидной смол.

В опытах использовали древесину сосны влажностью 12 %.

Склеивание холодным способом осуществляли при совместном нанесении смол и отвердителей на склеиваемую поверхность. При этом в качестве отвердителя для карбамидоформальдегидной смолы использовали 10%-ный раствор щавелевой кислоты, а для карбамидомеламиноформальдегидной отвердитель 2542 (в состав которого входит муравьиная кислота). Клеи готовили с расходом 250 г/м² площади заготовки (0,5×0,5 м). Продолжительность открытой выдержки не превышала 5 мин, а закрытой – от 5 до 10 мин.

Склеиваемые заготовки помещали в пресс с давлением склеивания 1 МПа. Время выдержки склеенных заготовок под давлением составляет 24 ч.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Доронин Ю.Г., Мирошниченко С.Н., Свиткина М.М. Синтетические смолы в деревообработке: учеб. для вузов. – М.: Лесн. пром-сть, 1987. – 224 с.
2. Кондратьев В.П., Доронин Ю.Г. Водостойкие клеи в деревообработке: учеб. для вузов. – М.: Лесн. пром-сть, 1988. – 216 с.
3. Куликов В.А., Чубов А.Б. Технология клееных материалов и плит: учеб. для вузов. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 344 с.
4. Мещерякова А.А. Механизм получения меламиноформальдегидных и карбамидомеламиноформальдегидных смол // Лесотехнический журнал. – Воронеж, 2012. – №2 (6) – С. 141–146.
5. Мещерякова А.А. Получение и свойства совмещенного клея // Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса: материалы международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию кафедры механической технологии древесины ФГБОУ ВПО КГТУ. – Кострома: Изд-во КГТУ, 2012 – С. 118–120.
6. Хрулев В.М. [и др.]. Склеивание древесины за рубежом: учеб. для вузов. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1961. – 302 с.

УДК 674.817

ВЫБОР ЛЕСОПИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А.А. Мещерякова,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж, РФ
aam_mtd_vglta@mail.ru

И.Г. Перекрестов,

студент 5 курса Лесопромышленного факультета ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж, РФ

В статье рассматривается сравнение лесопильного оборудования с использованием режущего инструмента разного типа (рамные, ленточные и круглые пилы) и дается рекомендация по выбору лесопильного оборудования.

Как правильно подойти к выбору лесопильного станка? Рассмотрим все существующие и применяемые в России пилорамы. Рассмотрим таким образом, чтобы были видны все плюсы и минусы любой из них и с учетом всех тех условий, в которых предстоит работать: цена сырья (в данном случае пиловочника), отдаленность от леса, количество отходов и т.д. При выборе оборудования следует

обратить внимание не только на его характеристики, но и на наличие гарантийного срока, возможность проведения пусконаладочных работ, а также надежность и ремонтпригодность станка. У нас в России применяются три вида пилорам: рамного типа, дисковые круглопильные и ленточные.

Остановимся подробнее на каждом из этих трех типов.

Пилорамы имеют высокое энергопотребление, требуют массивного фундамента, низкий коэффициент выхода готовой продукции, большое количество отходов, необходимость сортировки пиловочника по диаметру. Как правило, на базе этого оборудования создаются стационарные лесопильные комплексы с подъездными путями, оборудованными грузоподъемными механизмами, сортировочными площадками, занимающими большую площадь, мощными бревнотасками, сортплощадками для сортировки и упаковки готовой продукции, оборудованием для удаления, временного хранения и утилизации отходов. Таким образом, эти комплексы требуют серьезных финансовых вложений для комплектации лесопильной площадки необходимым дополнительным оборудованием для бесперебойной работы производства.

Круглопильные лесопильные установки типа «Kara», «Laimet», «TL», «Гризли». Имеют более низкое энергопотребление, чем лесопильные рамы, отсутствует необходимость в массивном фундаменте, есть возможность индивидуального раскроя каждого бревна. Комплексы с использованием данного оборудования имеют достаточно высокую производительность. К сожалению, возникает вопрос о необходимости утилизации отходов, т.к. ширина пропила дисковыми пилами составляет 6–7 мм, поэтому образуется большое количество опилок, как и у рамных пил. Кроме того, стоимость самих станков и дисковых пил к ним довольно высока! Заточку пил может производить только высококвалифицированный персонал!

Третьей разновидностью лесопильных установок являются ленточные пилорамы. Они бывают горизонтальные, вертикальные, либо с расположением ленточнопильного станка под углом. Установки с использованием лент шириной до 40 мм, как правило, относительно недорогие, малогабаритные. Это пилорамы с производительностью 8–12 кубометров пиловочника в смену. В принципе они рассчитаны на работу с крупномерным пиловочником (800–1000 мм). Пилорамы с использованием лент шириной 35–50 мм наиболее популярны, т.к. эти пилы относительно недорогие. Их обслуживание сводится к своевременной заточке и периодической разводке зубьев. Выполнение данных операций не требует специальной квалификации персонала. И наиболее дорогим в этой группе оборудования ленточнопильный станок с лентой более 60 мм. Он требует более серьезного подхода к подготовке помещения для работы. Сами ленточные пилы выпускаются с твердосплавными напайками, что подразумевает наличие у персонала специальной подготовки и квалификации, т.к. кроме заточки таким пилам необходима периодическая вальцовка полотна на специальном оборудовании. Все ленточные пилорамы созданы так, что ширина пропила не превышает 2,4–2,6 мм, т.е. опилок получается минимум. Необходимым условием при работе на ленточнопильной установке - работа одной лентой не более полутора-двух часов. По рекомендации всех производителей ленточных пил требуется через два часа работы поменять ленту, независимо от того, затупилась она или нет. Одна лента при нормальном уходе (во время и правильно заточенная и разведенная) обрабатывает 60–80 м³ пиловочника.

Проведем сравнение лесопильного оборудования с использованием режущего инструмента разного типа (рамные, ленточные и круглые пилы) по основным технико-экономическим показателям.

Производительность оборудования. Для сравнения производительных возможностей лесопильного оборудования удобнее всего пользоваться таким показателем, как число погонных метров распила в смену. По этому показателю производительность ленточнопильных станков в 6 раз меньше, чем лесопильных рам, и в 9,5 раз – по сравнению с круглопильными многопильными станками.

Точность распиловки. Являясь показателем качества работы станка, точность распиловки в то же время может существенно влиять на расход древесины, учитывая последующую обработку пиломатериалов. По канадским данным, ленточнопильные станки, особенно горизонтальные, по сравнению с другими видами бревнотасочного оборудования значительную часть досок выпиливают тоньше заданной величины (21 % от общего количества по сравнению с 1% на круглопильных станках и 4% на лесопильных рамах).

Исследования Шведского НИИ деревообработки показали, что припуск на обработку строжкой для досок, поверхность которых формировалась на круглопильном станке, должен составлять 0,5...0,6 мм, а на ленточнопильном – 1...1,5 мм.

По данным фирмы «A. Ahlstrom» (Финляндия), распиловка бревен ленточными пилами повышает выход пиломатериалов по сравнению с круглопильными потоками не более чем на 1,2 %.

Расходы на инструмент. Экономически значимый недостаток ленточнопильных станков – малый ресурс ленточных пил (25 шт. на 1 станок в месяц) – объясняется знакопеременными нагрузками, трудностями изготовления и подготовки пил к работе. При распиловке 80-миллиметровой ленточной пилой бревен на необрезные доски одной пилой хватает всего на 10 м³ сырья. Затраты на инструмент, его приобретение и подготовку к работе для ленточных пил при 2-сменной работе в 45 раз больше, чем для круглых и рамных пил.

Энергоемкость распиловки. Удельная энергоемкость распиловки бревен на необрезные пиломатериалы характеризуется следующими цифрами:

- лесопильные рамы – 7 кВт·ч на 1 м³ сырья;
- круглопильные станки – 5 кВт·ч на 1 м³ сырья;
- ленточнопильные станки – 9 кВт·ч на 1 м³ сырья.

Вышеизложенное дает основания для следующих выводов:

1) Сегодня в лесопильной индустрии России основным лесопильным оборудованием остаются лесопильные рамы. Этот вид оборудования характеризуется сравнительно большим энергопотреблением, невысоким качеством поверхности распила и большим износом, т. е. из экономических соображений требует замены.

2) Ленточнопильные станки, имея малую производительность и недостаточную точность распиловки, могут эффективно использоваться лишь при раскросе крупногабаритных бревен ценных пород на специфические сортименты или в случае небольших объемов выработки пиломатериалов. Они отличаются высокой стоимостью, сложностью подготовки и эксплуатации режущего инструмента, требуют высокой квалификации обслуживающего персонала.

3) Круглопильные станки, обладая высокой производительностью и хорошим качеством распиловки при сравнительной простоте конструкции и эксплуатационной надежности, должны стать в начале 21 века основным лесопильным оборудованием. Станки этого типа позволяют иметь в лесопильном цехе один вид режущего инструмента – круглые пилы диаметром 300...1100 мм. Круглопильное оборудование обеспечивает наименьшие капитальные и эксплуатационные затраты на производство.

При выборе оборудования следует обратить внимание не только на его характеристики, но и на наличие гарантийного срока, постгарантийного обслуживания, а также надёжность и ремонтпригодность станка. У нас в России применяются три вида пилорам: рамного типа, дисковые круглопильные и ленточные. Если Вы намерены использовать сырьё 50...80 см в диаметре, то можно использовать ленточнопильный станок. Но для распиливания брёвен хвойной породы до 1200 мм в диаметре будет смысл выбрать именно круглопильный станок. Если Вы собираетесь пилить дуб, лиственницу или палисандр например, то круглопильный станок Вам точно не подойдет т. к. это дорогое сырьё, а, как сказано ранее, при работе на круглопильных станках образуется большое количество опилок. Круглопильные станки распространены достаточно широко. В северных странах чаще всего пилят на круглопильных станках. Их используют по двум причинам. Во-первых, в зимних условиях круглопильный станок работает так надёжно, что с ним не может сравниться никакой другой. Поэтому американцы, канадцы, финны, шведы производят и используют, в основном, именно эти машины. Это связано с суровыми зимними условиями, в которых круглая дисковая пила – мощное устройство, способное разрезать мерзлую древесину очень легко. (И все же в последнее время потихоньку начинают сдавать позиции ленточно-пильным станкам) Во-вторых, в круглопильном станке можно в течение года эксплуатировать несколько пил, в обслуживании они не требуют дорогостоящей заточной техники. Стоимость круглопильного станка зависит от его оснащённости. Если он укомплектован дополнительным оборудованием, значит цена его выше.

Таким образом, нет единого рецепта при выборе лесопильного оборудования. Чтобы правильно определиться, что же именно необходимо Вам, какой вариант будет наиболее оптимальным для Вашего производства, нужно просчитать все плюсы и минусы, доходы и расходы, учесть все обстоятельства и затем сделать единственно правильный выбор.

УДК 684.4.059.3

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СПЕЦЭФФЕКТА КРАКОЛЕТ

И.В. Новоселова,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

mtd.vrn@mail.ru

И.С. Фокина,

студентка ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

mtd.vrn@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы определения оптимальных технологических параметров рабочего состава спецэффекта Краколет IF 490/74 итальянской фирмы «Сэрлак», применяющегося при создании укывистых покрытий на МДФ.

Краколет – это спецэффект для искусственного создания потрескавшейся как бы от времени поверхности мебельных изделий. Он используется преимущественно при укывистой отделке древесных материалов, в частности, МДФ [1]. В настоящее время подобный продукт имеется в линейке продукции, выпускаемой многими фирмами-производителями лакокрасочных материалов и достаточно широко используется изготовителями мебели. Однако мебельщики отмечают, что его действие проявляется весьма нестабильно, несмотря на соблюдение всех норм технологии отделки. Например, временной отрезок от

момента нанесения Краколета до появления первых трещин фиксируется нечетко и колеблется в различных пределах. Также отмечается неравномерность появления трещин на пласти деталей. Зачастую на покрытии образуются трещины не тех размеров, которые планировалось получить. То же касается и «островков», получающихся более крупными или мелкими по сравнению с ожидаемыми. В связи с этим бывает трудно подобрать парные элементы фасадов (например, двери) со схожими рисунками так, чтобы не ухудшались декоративные свойства изделия.

Цель данных исследований – выявление возможности достоверного прогнозирования течения процесса отделки при варьировании технологических свойств спецэффекта Краколет.

В качестве базовой была принята технология отделки мебельных фасадов из МДФ лакокрасочными материалами итальянской фирмы «Sayerlack» с использованием полиуретановой грунтовки TU100, полиуретановой грунтовки TU 213/13, нитроцеллюлозной грунтовки SU 220, спецэффекта Краколет IF490/74, нитроцеллюлозного лака SC 1361.

В техническом описании спецэффекта приводятся следующие данные (табл. 1).

Таблица 1

Технические характеристики спецэффекта Краколет

Параметры	Единица измерения	Норматив
Содержание нелетучего вещества	%	17...37
Плотность	кг/л	0,936...1,150
Вязкость (DIN 4 при 20 °C)	с	80 ± 5
Рекомендуемый вес жидкого слоя	г/м ²	100...120
Рецептура смешивания:	по весу	
часть А	кг	100
растворитель	кг	70-80

Производитель отмечает, что эффект проявления трещин будет различным при изменении количества растворителя, расхода Краколета, способа его нанесения. Таким образом, требуется, применяя методы математического моделирования, определить оптимальные технологические параметры процесса, которые позволяют влиять на его ход, а также предложить соответствующий математический аппарат для его описания.

При проведении исследований вязкость материала определяли вискозиметром ВЗ-246 (4), время фиксировали секундомером, расход Краколета и содержание нелетучих веществ контролировали весовым способом, остальные показатели оценивали визуально.

Был поставлен многофакторный эксперимент с осуществлением полного факторного плана 2³. В данном случае процесс можно описать математической моделью:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + b_{13} \cdot x_1 \cdot x_3 + b_{23} \cdot x_2 \cdot x_3.$$

Выходным параметром было избрано время начала образования трещин на покрытии (y).

Переменные факторы (x_i) и уровни их варьирования представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значения и уровни варьируемых факторов

Наименование фактора	Единица измерения	Обозначения		Уровни варьирования			Шаг варьирования	Формула пересчета
		натуральные	кодированные	-1	0	+1		
Вес жидкого слоя	г/м ²	V ₁	x ₁	100	110	120	10	$x_1 = \frac{V_1 - 110}{10}$
Вязкость по ВЗ-246(4)	с	V ₂	x ₂	75	80	85	5	$x_2 = \frac{V_2 - 80}{5}$
Содержание нелетучих	%	V ₃	x ₃	25	30	35	10	$x_3 = \frac{V_3 - 30}{10}$

При обработке результатов опытов были получены данные, приведенные в табл. 3.

При числе степеней свободы дисперсии воспроизводимости (f_y) = N(n - 1) = 8 · 1 = 8 и уровне значимости g = 0,05 критерий Стьюдента равен 2,31.

Таким образом, незначимыми являются коэффициенты $b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}$, которые можно исключить из уравнения регрессии ввиду того, что данные факторы оказывают слабое влияние на выходную величину. Следовательно, математическая модель строится в следующем виде:

$$y = 12 - x_1 - 1,5x_2.$$

Для того, чтобы получить уравнение регрессии в натуральных значениях факторов, использовались формулы пересчета из табл. 2. При этом процесс адекватно описывается моделью:

$$y = 43,5 - 0,2V_1 - 0,15V_2.$$

Статистические характеристики

Статистические характеристики	Значение	Примечание
Отношение максимальной дисперсии к сумме дисперсий опытов	0,120	
Критерий Кохрена	0,68	
Дисперсии опытов однородны		
Дисперсия воспроизводимости	0,500	F1=8
Критерий Стьюдента T(8)	2,31	
Коэффициенты регрессии:		
B0	12,000	значим
B1	-1,000	значим
B2	-1,500	значим
B3	0,000	незначим
B12	0,000	незначим
B13	0,000	незначим
B23	0,000	незначим
Дисперсия коэффициентов регрессии	0,031	
Дисперсия адекватности	0,000	F2=5
Критерий Фишера F(5,8)	3,700	
Уравнение регрессии адекватно, т.к. отношение дисперсии адекватности к дисперсии воспроизводимости меньше критерия Фишера		

Проведенные экспериментальные и теоретические исследования позволяют сделать следующие выводы.

Факторы расхода Краколета и количества введенного в него растворителя являются значимыми, при этом последний оказывает наибольшее влияние на процесс.

Наибольшая скорость действия Краколета наблюдается в случае содержания в его составе растворителя ДТ 1105 в количестве 80 частей по весу и нанесении с расходом 120 г/м².

Увеличения скорости образования трещин на 10 % можно добиться, используя холодный воздушный обдув отделанных деталей.

При ручном нанесении Краколета большую роль играет перекрытие смежных полос: его отсутствие ведет к образованию нерастрескавшихся мест; слишком широкие полосы перекрытия слоев материала способствуют неравномерности распределения трещин по площади детали.

Нанесение Краколета с расходом 120 г/м² ведет к образованию широких и редких трещин, расход 100 г/м² обеспечит получение наиболее равномерных узких и частых трещин.

При весе жидкого слоя 120 г/м² «островки» на отделочном покрытии получают более крупными по площади.

При нанесении спецэффекта кистью и валиком наблюдается продольная ориентировка трещин, а при использовании губки и распылителя – хаотичная.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Новоселова И.В. Искусственное старение мебели // Дизайн и производство мебели. – 2004. – № 4. – С. 35–36.

УДК 674.047

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ КАМЕРАХ

Е.А. Пинчевская, докт. техн. наук, профессор,

А.К. Спирочкин, аспирант,
НУБиП Украины, г. Киев, Украина.
OPinchewska@gmail.com

В статье рассматриваются особенности расчета продолжительности процесса низкотемпературной сушки пиломатериала в камерах с водяным обогревом.

В последнее время режимы и технология конвективной сушки пиломатериала существенно изменились вследствие использования в качестве теплоносителя горячей воды. Это связано с возросшей конкуренцией на рынке конструкционных материалов из массива, желанием сохранить естественный цвет древесины, простотой контроля и регулирования процесса сушки, доступностью энергоносителя – отходов производства. Реализация традиционной технологии с предварительным прогревом материала при повышенной температуре в насыщенной среде стала экономически невыгодной. Поэтому в современных камерах процесс нагревания осуществляется путем постепенного повышения температуры до

заданного уровня начала сушки при относительной влажности воздуха $\varphi = 80 \dots 85 \%$. В таких условиях постепенный прогрев сопровождается удалением влаги из материала.

В данном случае кривые сушки пиломатериала существенно отличаются от экспоненциальных, присущих паровым камерам. При этом наблюдается изменение формы кривой сушки, которая приобретает S-образную форму. Причем дополнительный изгиб появляется при относительно невысокой температуре теплоносителя, когда медленно происходит прогрев материала одновременно с перераспределением влаги за счет градиента влажности, направленного к центру сортамента. Температура смоченного термометра не остается постоянной, как предусмотрено стандартными режимами [1], а повышается по мере повышения температуры материала.

Поскольку агент обработки не полностью насыщен влагой – $\varphi \leq 90\%$, с поверхности пиломатериала происходит испарение воды и, соответственно, снижение температуры материала. По мере углубления зоны испарения возникает снижение температуры по сравнению с поверхностью. Фронт сниженной температуры постепенно смещается к центру материала. Такое явление отмечено при исследовании изменения температурного поля пиломатериала как вдоль [2], так и поперек волокон [3].

Локальное снижение температуры связано с увеличением интенсивности сушки, обусловленной увеличением разницы давлений водяного пара в середине и на поверхности материала, приводящей к увеличению тока влаги. Со временем температура поверхности достигает температуры среды и возникает отрицательный температурный градиент, тормозящий процесс удаления влаги в течение всей сушки, поскольку зона испарения углубляется. Возникновение такой локальной зоны испарения можно трактовать как дополнительный источник влаги, который способствует перераспределению влаги в материале и замедляет процесс сушки.

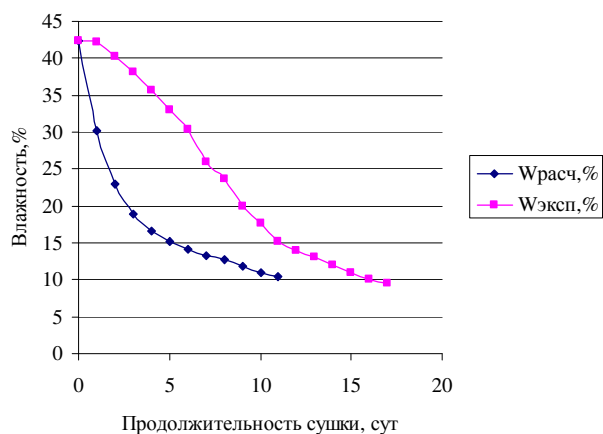


Рис. 1. Кривые сушки сосновых пиломатериалов толщиной 50 мм: $W_{расч}$ – рассчитанная с использованием уравнения влагопроводности; $W_{эсп}$ – экспериментальная, полученная при сушке в камерах с водяным обогревом

ности материала и скорости циркуляции воздуха.

Между тем известно [5, 6], что дисперсия этих факторов влияет на рассеивание конечной влажности пиломатериала. Для достижения желаемой категории качества сушки фактическую продолжительность процесса часто продлевают, что существенно снижает производительность камер по сравнению с расчетной.

Основываясь на масштабных экспериментальных исследованиях продолжительности сушки в современных «водяных» лесосушилках как импортного (фирм «Nardi», «Sorcal», «Termolegno», «Kartres»), так и отечественного производства (фирм «Роек-Украина», «Веланс», «Горлуш К⁰») нами разработан скорректированный табличный метод расчета продолжительности процесса в низкотемпературных камерах.

Анализ проведенных исследований показал необходимость уточнения коэффициента, учитывающего категорию режима сушки. Для режимов, которые применяются сегодня в камерах с теплоносителем – горячей водой, его необходимо увеличить. Также был введен коэффициент, который учитывает неравномерность распределения аэродинамического поля в камере и начальной влажности в партии пиломатериала – коэффициент неравномерности $A_{нр}$.

Таким образом, формула для определения продолжительности сушки пиломатериала скорректированным табличным методом имеет вид:

$$\tau = \tau_{исх} A_p A_u A_e A_k A_d A_{нр},$$

Поэтому применение уравнения влагопроводности для расчета продолжительности процесса, τ , в современных камерах дает большую погрешность $\Delta\tau = (0,4 \dots 0,6)\tau$. Отсутствие в уравнении сушки составляющей, которая учитывает влияние температурных полей на перераспределение влажности в древесине, не дает возможность правильно отобразить характер изменения влажности в штабеле в течение всего процесса. Причем наибольшее несоответствие наблюдается в начале процесса – рис. 1.

Поэтому использование общепринятого табличного метода расчета продолжительности сушки, приведенного в РТМ [4], дает значительную погрешность, что приводит к нерационально высокой расчетной производительности камер. Кроме того, табличный метод базируется на усредненных значениях начальной влаж-

где $\tau_{исх}$, A_y ; A_g ; A_k ; A_d – известные величины и коэффициенты, определяемые по соответствующим таблицам РТМ [4]; A_p – коэффициент, учитывающий категорию режима сушки; согласно экспериментальных данных принят $A_p = 2,5$; $A_{нр}$ – коэффициент неравномерности, определяемый по табл. в зависимости от дисперсии начальной влажности пилопродукции, $d_{Wн}$, $\% ^2$, и коэффициента вариации циркуляции агента сушки по материалу, V_v , $\%$.

Таблица

Значения коэффициента $A_{нр}$

$d_{Wн}, \% ^2$	Коэффициент вариации циркуляции воздуха по материалу, $V_v, \%$.				
	≤ 25	26...35	36...50	51...70	≥ 71
≤ 30	1	1,07	1,105	1,2	1,3
≥ 31	1,2	1,29	1,425	1,52	1,6

Ниже приведены примеры расчета продолжительности процесса сосновых необрезных пиломатериалов толщиной 40 мм, которые высушивались в камере фирмы «Сорса!» при фактической скорости сушильного агента 0,47 м/с и ее рассеивании – $V_v = 72\%$ с различными значениями дисперсии начальной влажности.

Пример 1. Сушка от начальной влажности $W_n = 39\%$ до конечной влажности $W_k = 10,8\%$ по второй категории качества при условии, что дисперсия начальной – $d_{Wн} > 100\% ^2$.

С использованием формулы (1) и значений параметров $\tau_{исх}$, A_y ; A_g ; A_k ; A_d , определенных по РТМ, также данных табл. 1 получим:

$$\tau = 88 \cdot 2,5 \cdot 1,05 \cdot 0,78 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1,6 = 332 \text{ ч.}$$

Пример 2. Сушка от начальной влажности $W_n = 30,1\%$ до конечной влажности $W_k = 11,1\%$ по второй категории качества при условии, что дисперсия начальной – $d_{Wн} < 30\% ^2$.

Следуя вышеприведенной методике, получим:

$$\tau = 88 \cdot 2,5 \cdot 1,05 \cdot 0,62 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1,3 = 214 \text{ ч.}$$

На рис. 2 приведено сравнение результатов расчетов продолжительности сушки по разным табличным методам с фактическими данными. Видно, что скорректированный метод достаточно точно отображает экспериментальные данные – погрешность не превышает 10 %.

Для использования скорректированного табличного метода расчета продолжительности процесса сушки пилопродукции необходимыми являются следующие операции. Во время формирования сушильных пакетов и штабелей следует провести замеры начальной влажности пилопродукции и вычислить ее дисперсию – $d_{Wн}, \% ^2$. После загрузки материала в камеру перед ее запуском необходимо произвести замеры скорости циркуляции воздуха на выходе из материала и определить коэффициент ее вариации – $V_v, \%$. Детальное описание процедуры замеров приведено в [4], необходимое время для их осуществления – 2 ч в случае пуска камеры новой конструкции или смены спецификации высушиваемого материала. При сушке однотипного материала в уже испытанной камере время замеров сокращается вдвое и ограничивается определением рассеивания начальной влажности.

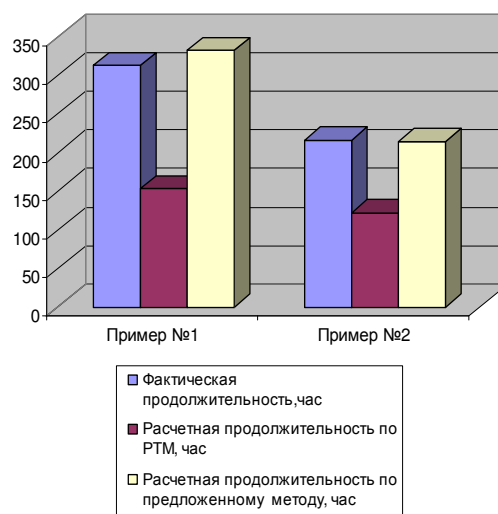


Рис. 2. Результаты расчетов продолжительности сушки сосновых пиломатериалов разными методами

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- ГОСТ 19773–84. Пиломатериалы хвойных и лиственных пород. Режимы в камерах периодического действия. – [Введ. 1985-01-01]. – М.: Госстандарт СССР, 1985. – 18 с.
- Egner K. Beiträge zur Kenntnis Feuchtigkeitsbewegung in Hölzern vor allem in Fichtenholz, während der Trocknung unterhalb des Faserättigungspunktes. – Berlin: VDI Verlag, 1934. – 312 s.
- Коваль В.С. Исследование процесса сушки приторцевых участков пиломатериалов твердых лиственных пород: автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.21.05 «Технология и оборудование деревообрабатывающих производств, древесиноведение». – Красноярск, 1975. – 19 с.

4. Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки древесины / [под ред. Е.С. Богданова, П.С. Серговского, Л.И. Кротова, Г.С. Шубина]. – Архангельск: ЦНИИМОД, 1985. –143 с.
5. Пінчевська О.О. Прогнозування якості сушіння пиломатеріалів. –Киев:ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2010. – 228 с.
6. Milota M.R. Future directions in drying research // Proceedings 11th International IUFRO Wood Drying Conference Skelleftea Sweden, January 18–22, 2010. – P. 177–184.
7. Пінчевська О.О., Коваль К.С., Марченко Н.В. Управління якістю сушіння пиломатеріалів. – Киев: Освіта України, 2012. – 176 с.

УДК 674.59

ДИЗАЙН МЕБЕЛИ В ИНТЕРЬЕРЕ СОВРЕМЕННОЙ КУХНИ

Л.В. Пономаренко,

канд. техн.наук, доцент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.
lara.pon63@yandex.ru.

Е.В. Кантиева,

канд. техн.наук, доцент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.
ekantieva@mail.ru

А.И. Котенева,

студентка 3 курса, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

В статье рассматриваются особенности дизайна мебели в интерьере современной кухни.

Издавна мебель, ее оформление, даже форма служили характеристикой хозяина, его вкуса и статуса. По этому признаку в первую очередь может складываться впечатление о хозяине этого помещения. Стильная, правильно подобранная мебель поможет в установлении теплых отношений внутри семьи и уравновешенного микроклимата дома. В последние годы в мире происходят значительные изменения в дизайне и конструкции мебели.

Мебельный предмет становится сложнее по своему замыслу, по своей задаче. Мебель способна насытить современный интерьер не только утилитарно-функциональным предназначением, но и более высоким художественным смыслом. Другими словами, предметы мебели тяготеют к повышению своего художественного уровня, что будет сопровождаться не повышением их стоимости, применением дорогих материалов и сложностью в изготовлении, а в большей степени будет выражено в оригинальности предметов будущего жилища, в их индивидуальном авторском характере.

«Игровой» момент, интрига, сюжетность формы вещи также представляются в ряду перспективных тенденций будущего стиля. Именно такие предметы мебельного убранства позволят наполнить интерьер будущими динамичными и экспрессивными в творческой интерпретации их владельцев. Среда проживания становится средством активного самовыражения. А свобода самовыражения, по мнению современных концептологов, приобретает все большее значение для полноценного и комфортного ощущения личности. Человек будущего более творчески будет подходить к своему жилищу, и ему понадобятся вещи, способные активно участвовать в этом созидательном и увлекательном процессе. Вещи будут более мобильными по смыслу, многозначными, возможно, с элементами декларации или иронии, но всегда несущими большую художественную и культурную нагрузку.

Дизайн кухни – относительно молодая дисциплина.

Первые шаги в области оптимизации кухонного пространства сделали в середине XIX в. американки Катарина Бичер (1800–1878) и ее сестра Гарриет Бичер-Стоу, автор знаменитой книги «Дом американской женщины», которая описывает «маленькую, компактную, заполненную шкафчиками и ящичками кухню». Книга содержала идею «модельной кухни», построенной на рациональных принципах зарождавшейся в то время эргономики – науки об оптимизации производственной деятельности человека.

Сегодня кухни не обладают какими-либо принципиальными отличиями от своих предшественников. Предметы интерьера кухни практически не изменились, но, естественно, несколько улучшился их эстетический вид.

В общем можно выделить основные тенденции в дизайне современного интерьера кухни:

1. Кухня и гостиная становятся единым пространством. Кухонные гарнитуры по внешнему виду все больше напоминают корпусную мебель для столовых и гостиных, а уголки и диванчики для кухни становятся более комфортными, играют роль зоны отдыха и нередко трансформируются в полноценное спальное место. Весьма популярные прозрачные витрины, шкафы и стеллажи с дверцами из матового стекла или витражами.

Как следствие, в тренде встроенная техника, которая оказывается на виду только во время приготовления пищи. Однако существует и другой вариант, когда благодаря стильному и необычному

дизайну бытовая техника становится украшением интерьера. Примеры тому – холодильники с зеркальным корпусом, внешней подсветкой, художественной росписью или вытяжка в форме переливающегося хрустального шара.

2. Мебель на кухне становится все более универсальной и эргономичной. Все чаще она создается по модульному принципу и представляет собой несколько блоков, которые можно по-разному комбинировать между собой. Своеобразный конструктор, который позволяет избавиться от громоздкой мебели и максимально эффективно использовать даже самое ограниченное пространство. При этом грамотно подобранные элементы мебели визуально расширяют пространство, делают его более воздушным и легким.

3. В дизайне кухонной мебели популярны яркие насыщенные цвета. Цветовая палитра, присущая кухням в современном стиле включает все цвета радуги. Это своего рода компенсация сдержанности линий и лаконичности форм. Вновь актуальна эстетика 70-х гг. 20 века. Предельная простота и яркие веселые принты – две составляющих модного интерьера.

Традиционная кухня приобрела новые черты. Прежде всего, это четыре новых цвета: сияющий солнечно-оранжевый, легкий прозрачно-зеленый, приглушающий нежно-фиолетовый и спокойный серый. Элитарный пуританизм и деловая простота отступили перед натиском живых красок. Новые цвета — это не только новое настроение, они «оживляют» интерьер. Мы соскучились за зиму по теплу, и инстинктивно тянемся к солнцу.

Современный дизайн предполагает сочетание темного и светлого оттенков одного цвета, например, темно-фиолетового и светло-сиреневого, темно-зеленого и светло-салатового, ярко-оранжевого и светлой охры, а для мебели из натурального дерева оптимальным станет сочетание коричневого и бежевого. Ну, и конечно, в моде – белая одноцветная кухня. Белый — это оптическое смешение всех цветов, символ ясности и чистоты. Этот цвет универсален и одинаково хорош и в классической, и в хай-тековской кухне. Арктическая белизна сочетается с любым цветом и любым материалом.

4. Фотопечать на мебели. Набирает популярность очень эффектный прием – нанесение фотографий на поверхность фасада кухни. Современные технологии предоставляют огромные возможности для дизайнерской фантазии. При желании можно украсить гарнитур большой фотографией на весь фасад, или декорировать дверцы шкафов фрагментами с нанесенной на них фотопечатью.

5. Дерево вместо глянца. Глянцевые поверхности, которые есть в коллекциях практически всех производителей, уступают место фасадам из натуральных материалов или качественной имитации дерева. На первом плане красота и фактура материала. Очень популярны натуральные шпоны ценных и экзотических пород деревьев. При этом технологии позволяют тонировать древесную текстуру в любой цвет, в результате чего получаются очень интересные визуальные эффекты, или же покрывать поверхность прозрачным или цветным воском.

6. Весьма популярны патинированные элементы декора. На фасады наносится состав, имитирующий старый металл, например, золото, серебро или бронзу. Мебель в классическом и неоклассическом стиле или стиле прованс с эффектом старины выглядит благородно и rispetабельно и обладает изысканным шармом.

7. Различные гаджеты все больше входят в нашу повседневную жизнь. Именно поэтому на ультрасовременной кухне намного чаще можно встретить различные технические «штучки», чем традиционные элементы декора. Сегодня кухонный интерьер украшают телевизоры-панели, акустические системы и встроенные сенсорные экраны, которые наряду с управлением бытовой техникой являются стильным элементом дизайна.

В свою очередь видоизменилась и кухонная плита. Сегодня часто используются встроенные плиты, это больше не громоздкие конструкции, а плоские панели с камфорками различной величины, а иногда даже с терморегулятором. Новейшая тенденция – использование нагрева, основанного на индукции. Исторически сложилось, что варочная поверхность обычно напоминает знаменитый черный квадрат. Но сегодня, представлен огромный ассортимент варочных панелей и с газовой и электрической поверхностью. Появились панели различных форм и цветов, изготовленные из различных материалов.

Говоря о дизайне кухонного пространства, мы отталкиваемся от двух определений: красиво и функционально. Красиво – значит, чтобы радовало душу и доставляло удовольствие от лицезрения. Функционально – чтобы позволяло оптимально по времени и качественно выполнять работу, связанную с организацией домашнего быта.

Принцип зонирования кухонного пространства определяет последовательность рабочих мест в соответствии с технологией приготовления пищи: зона хранения продуктов, посуды, столового белья, кухонных приборов; зона чистки, мойки, сушки посуды, разделки продуктов; зона тепловой обработки пищи и так далее. Специалисты по кухням называют совокупность рабочих зон «рабочим треугольником». Это наиболее практичный принцип организации кухни. Под ним подразумевается, что любая кухня состоит из «трех углов»: мойка, варочная поверхность и холодильник. В одном «углу» продукты разделяются, в другом готовятся, в третьем хранятся.

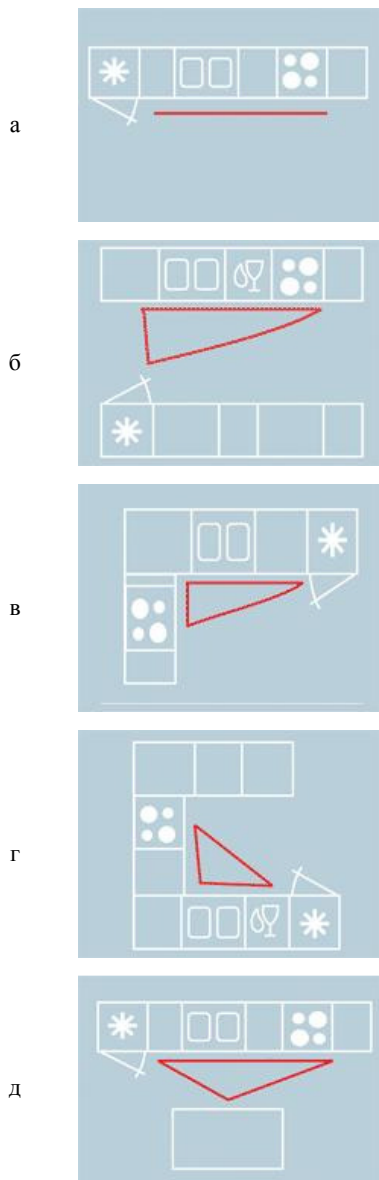


Рис. Варианты планировка кухни

Конфигурация кухни, конечно, зависит от размера и формы комнаты, но в любом случае в процессе планирования нужно опираться на принцип «рабочего треугольника». Только в этом случае вы сможете получить удобную и функциональную кухню, где основные рабочие зоны – мытья посуды, подготовки продуктов и приготовления еды – расположены на оптимальном расстоянии друг от друга.

Существуют следующие основные варианты планировки кухни:

1. Линейная кухня (рис. а). Это идеальное решение для узкой кухни. Правда, недостаток пространства приводит к тому, что треугольник сплющивается в линию. Для экономии места повесьте настенные шкафы в два ряда или используйте более высокие модели шкафов (92 см).

2. Параллельная кухня (рис. б). Удачный вариант для кухни, где много готовят: большое количество рабочих поверхностей и все необходимые функции под рукой. По правилам планирования в параллельной кухне следует оставить, по крайней мере, 120 см между двумя рядами шкафов.

3. Угловая (Г-образная) кухня (рис. в). Это самый удобный и самый распространенный вариант планировки. У вас остается достаточно места для обеденного стола.

4. П-образная кухня (рис. г). Этот вариант позволяет создать компактный «рабочий треугольник» и оптимально использовать все поверхности и шкафы.

5. Островная кухня (рис. д). Обычная кухня увеличивается за счет отдельной рабочей поверхности. Эта планировка подходит только для большого помещения. В традиционном исполнении на середину кухни выносится стол с раковиной или плитой, но «островом» так же может быть обычный обеденный стол или тележка на колесах. Так же можно использовать это пространство как рабочую поверхность, а шкафы использовать для хранения различной утвари.

В заключение хочется обратить внимание современных разработчиков и изготовителей гарнитуров для кухни на необходимость делать ее более адресной, принимая во внимание разнообразие потребительских нужд и различных социальных слоев населения.

УДК 674.407

К ВОПРОСУ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СУШКИ ПИЛОПРОДУКЦИИ

А.П. Решин,

канд. техн. наук, доц, ФГБОУ ВПО БГИТА, г. Брянск, РФ.

vratanov62@mail.ru

В.М. Меркелов,

канд. техн. наук, доц, ФГБОУ ВПО БГИТА, г. Брянск, РФ

В статье приводятся рекомендации по снижению энергетических затрат при сушке пилопродукции.

Уникальные технологические и эксплуатационные свойства древесины привлекают значительное число предпринимателей для ее переработки. К уже существующим деревообрабатывающим предприятиям, а также к многочисленным предприятиям иного профиля (трудно найти предприятие или организацию, которые не имели бы хотя бы участка по обработке древесины) добавляется множество различных фирм.

подавляющее число предприятий имеет в своем составе сушильные участки или цеха, являющиеся очень энергоемкими. Например, на лесопильных предприятиях при 100 %-ной камерной сушке на нее расходуется 70...75 % общезаводских расходов теплоты и 50...60 % электроэнергии [1]. Поэтому, любые мероприятия, направленные на снижение энергоемкости приведут и к значительному улучшению экологии.

На наш взгляд, к наиболее существенным следует отнести проведение комбинированной (атмосферно-камерной) сушки, сушку древесины в заготовках и подготовку к сжиганию древесного топлива в теплогенераторах.

При сушке должна достигаться равновесная влажность древесины, соответствующая стандартным условиям эксплуатации. В среднем, этим значениям соответствует равновесная (эксплуатационная) влажность, равная 12%. Поэтому самая простая и качественная сушка древесины наблюдается при условиях, когда древесина постепенно отдает свою влагу. Даже в атмосферных условиях (теплые периоды года) создается такой температурно-влажностный режим. Известны и ориентировочные сроки сушки пиломатериалов на открытых складах до влажности 22 % [1]. Например, для Брянской области (3-я климатическая зона) продолжительность сушки при сушке пиломатериала толщиной 15...25 мм составляет 9...10 суток. Эти сроки могут быть значительно уменьшены, если сушка будет проводиться под специальными навесами, а высушиваемым материалом будут заготовки.

Поэтому атмосферная сушка должна стать обязательной в технологическом процессе. До сих пор ее, как правило, применяют на лесопильных заводах, не обеспеченных в достаточном числе сушильными камерами для сушки товарных пиломатериалов до транспортной влажности. Кроме того, она находит частичное применение в строительстве для пиломатериалов и заготовок не ответственного назначения, а так же для предварительной подсушки во время хранения перед камерной сушкой [1]. Однако, и она в большинстве случаев проводится с различными серьезными нарушениями, приводящими к дискредитации этой главной составляющей комбинированной сушки: на штабель устанавливается лишь съемная крыша, которая, к сожалению, не защищает пиломатериалы от бокового проникновения осадков и солнечной радиации, не отводится вода с крыши, что способствует увлажнению нижнего ряда досок штабеля и почвы. Во многих случаях штабеля вообще находятся без всякой защиты от атмосферных воздействий, что не может не сказаться на качестве высушиваемого материала.

Практика показывает [2], что для проведения атмосферной сушки требуется специальный навес, защищающий высушиваемый материал от атмосферных воздействий. Этот навес кроме крыши (желательно стационарной) должен иметь боковые решетчатые ограждения, включая ворота, не только препятствующие проникновению осадков и солнечных лучей, но и обеспечивающие вентиляцию сушильного пространства, а так же водосливы. Эти навесы наиболее удобно пристраивать к сушильным камерам. Их размеры необходимо выдерживать такими же, как и сушильные камеры, что способствует хорошей работе автопогрузчика.

Нами рекомендуется сушить пилопродукцию в атмосферных условиях либо до равновесной влажности (предпочтительно), либо до момента замедленного высыхания, либо до момента освобождения камер.

При хорошо организованной атмосферной сушке камера используется, в основном, лишь для досушки пилопродукции до эксплуатационной влажности. Время ее работы может быть снижено до нескольких часов. При этом процесс сушки можно проводить более жесткими режимами.

Сушке должны подвергаться только заготовки и, в крайнем случае, обрезные пиломатериалы, что существенно снижает энергозатраты при сушке.

В настоящее время древесина как топливо очень широко применяется в различных энергетических установках, обеспечивающих теплом не только сушильные камеры, но производственные цеха.

Качество древесины как топлива оценивается теплотой сгорания. Эта величина почти не зависит от породы древесины, так как элементный химический состав древесины различных пород примерно одинаков. У абсолютно сухой древесины теплота сгорания колеблется в узких пределах 19,6...21,4 МДж/кг, причем у хвойных пород она несколько выше, чем у лиственных. Теплота сгорания коры примерно такая же, как у древесины соответствующей породы. Для сравнения укажем, что теплота сгорания, МДж/кг, торфа – 23, каменного угля – 27, антрацита – 30, древесного угля – 40, мазута – 40, бензина (керосина) – 46, водорода – 120.

К сожалению, с повышением влажности топлива теплота сгорания снижается и у свежесрубленной древесины она почти в два раза меньше, чем у абсолютно сухой. Поэтому необходимо подготавливать древесное топливо к сжиганию.

Эта подготовка заключается в том, что бы сухое древесное топливо (различные обрезки, стружка, опилки и т.д.) было защищено от осадков, а влажное (неделовая древесина, отходы от раскроя сырых пиломатериалов, опилки от лесопильных рам и т.д.) были подсушены.

Практика показывает [3], что это либо не делается, либо допускаются серьезные технологические нарушения: отсутствуют специальные навесы, предохраняющие древесное топливо от увлажнения, топливо складывается у стен зданий, с крыш которых на него попадает дополнительное значительное количество воды, не используется контейнерный способ транспортировки и хранения отходов. Отходы, которые образуются в результате обработки сухой древесины, вывозятся за пределы цеха, поглощая снова огромное количество влаги, ранее удаленной из древесины в процессе дорогостоящей камерной сушки. В результате в топку направляются отходы с большим содержанием влаги. Влажность такого топлива может достигать более 80 %.

Добавим, что пиломатериалы должны быть раскроены и уложены в пакеты для последующей атмосферной сушки в течение суток. Именно на этой стадии чаще всего начинают свою жизнедеятельность микроорганизмы, находящиеся в древесине в большом количестве. Появление синевы – первый признак их деятельности. Нужно всегда помнить, что при температуре более 6 °С и влажности древесины более 22 % создаются наиболее благоприятные условия для дереворазрушающих грибов.

Таким образом, для организации такой технологии сушки совсем не требуются дорогостоящие сооружения и механизмы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник по сушке древесины / Е.С. Богданов, В.Б.Козлов и др.; под ред. Е.С. Богданова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 304 с.
2. Меркелов В.М., Решин А.П., Кулиничева Л.В. К вопросу атмосферной сушки пилопродукции. – Вклад ученых и специалистов в национальную экономику: матер. науч.-техн. конф. Т. 1. – Брянск, 2006. – С. 14–15.
3. Древесное топливо для теплогенераторов / В.М. Меркелов, А.П. Решин, И.А. Азаренкова, Т.И. Белкина. – Вклад ученых и специалистов в национальную экономику: сб. науч. трудов междунар. науч.-техн. конф. (февр.-май 2008). Т. 2. – Брянск: БГИТА. – С. 138.

УДК 674.05:621.924.2

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ ДЛЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В.А. Романов,

канд. техн. наук, доц., ФГБОУ ВПО БГИТА, г. Брянск, РФ.
vromanov62@mail.ru

Т.А. Матвеева,

студент 4-го курса, ФГБОУ ВПО БГИТА, г. Брянск, РФ.

В статье рассматривается метод расчета ленточных конвейеров для деревообрабатывающих предприятий с применением специальных программных средств и персональных компьютеров.

В настоящее время развитие технологии механической обработки древесины и стремление к комплексному и рациональному использованию сырья способствуют созданию деревообрабатывающих предприятий, включающих ряд различных производств. Для обеспечения нормального режима работы деревообрабатывающих предприятий необходимо своевременное удаление отходов производства. Характерными отходами деревообработки являются опилки, стружка, куски и рейки. Для их удаления чаще всего применяют ленточные конвейеры. Они являются одним из самых распространенных видов конвейеров. Ленточные конвейеры являются простыми и надежными в эксплуатации, что позволяет обеспечивать их работу в течении длительного времени, а также имеют весьма широкий диапазон производительности [1].

Надежность работы конвейера обеспечивается правильностью расчета.

Расчет ленточного конвейера весьма сложный и трудоемкий процесс. Для его реализации необходимо затратить достаточно много времени. Кроме того, необходимо наличие большого числа справочной и нормативной литературы. Сократить время расчета ленточного транспортера возможно с помощью применения специальных программных средств.

В Брянской государственной инженерно-технологической академии на кафедре «Технология деревообработки» была разработана специальная программа для расчета ленточных конвейеров [2].

Программа разработана в Delphi. Диалог взаимодействия пользователя и программы организуется в виде экранных форм. На рисунке 1 показан вид экранной формы программы при расчете конвейера для насыпных грузов. В верхней части формы размещены поля для ввода исходных данных: производительность конвейера; насыпная плотность транспортируемого материала; угол естественного откоса груза; длина конвейера; скорость ленты; длины участков L_1 и L_2 в соответствии со схемой, показанной в нижней части формы.

В программе также имеется возможность выбора: типы лент (плоская, желобчатая); материала прокладок ленты (Бельтинг Б-820, Бельтинг ОПБ-5 или ОПБ-12, уточно-шнуровая ткань); вида барабанов (чугунный или стальной барабан, барабан с деревянной и резиновой обшивкой); виды среды (очень влажная атмосфера, влажная атмосфера, сухая атмосфера).

После ввода необходимых параметров пользователю необходимо нажать кнопку «Начать расчет», вследствие чего открывается новая форма, показанная на рисунке 2а, на которой выводится часть результатов расчета и размещаются кнопки «Печать» и «Следующая страница». Нажатие кнопки «Следующая страница» приводит к открытию новой формы, показанной на рисунке 2б, на которой выводится остальные результаты расчетов.

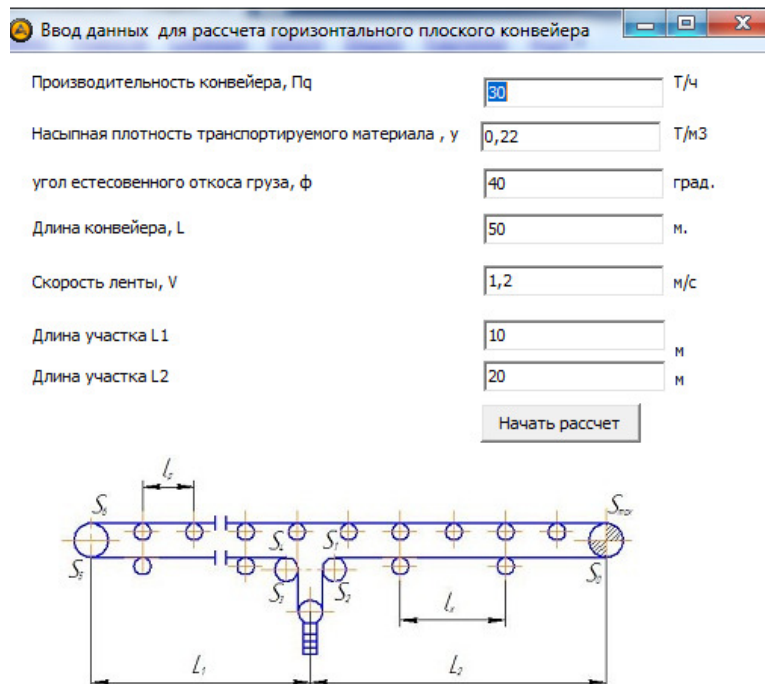


Рис. 1. Вид экранной формы программы для расчета ленточных конвейеров

Программа рассчитывает следующие значения: потребная и стандартная ширина ленты; вес однорولیковой опоры; диаметр опоры; расстояние между роликами рабочей и холостой ветвей; полезная нагрузка на 1 пог.м рабочей ветви; собственный вес 1 пог. м ленты; полная нагрузка рабочей ветви 1 пог. м; вес вращающихся частей, приходящихся на 1 пог. м рабочей и холостой ветвей; натяжение ленты в точках S_0, \dots, S_6 (в соответствии со схемой); коэффициент запаса прочности и вес груза.

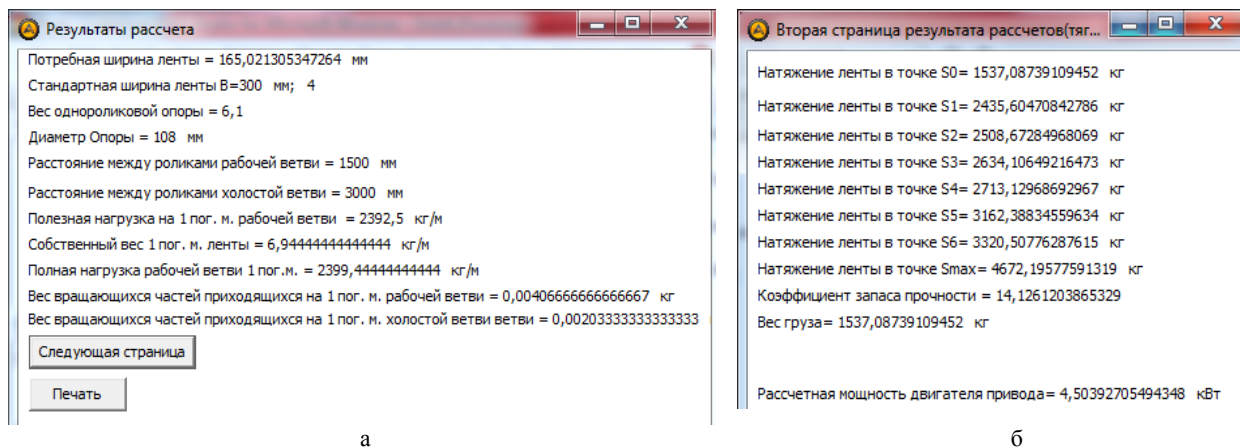


Рис. 2. Вид экранной формы программы с результатами расчета

Разработанная программа используется на кафедре «Технология деревообработки» для проведения проверочных расчетов при выполнении РГР по дисциплине «Транспортные системы в деревообрабатывающей промышленности» и в дипломном проектировании. Использование предлагаемой программы в производственных условиях позволит сократить сроки технологической подготовки производства и увеличить точность расчетов, что впоследствии скажется на снижении материальных и финансовых затрат предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Таубер Б.А. Подъемно-транспортные машины: учебник для вузов. – М.:Экология, 1991. – 528 с.
2. Романов В.А., Матвеева Т.А. Автоматизированный расчет ленточных конвейеров для деревообрабатывающих предприятий // Информационные технологии в науке, образовании и производстве: сб. науч. тр. по итогам междунар. научно-практ. конф. / под общей ред. Е.А. Памфилова. Вып. 2. – Брянск: БГИТА, 2012. – С. 70–72.

**ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ ТРЕБОВАНИЙ К ПИЛОМАТЕРИАЛАМ
И ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПРОИЗВОДСТВА****С.Н. Рыкунин,**д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО «МГУЛ», г. Мытищи, РФ
rikunin@mgul.ac.ru**Е.Г. Владимирова,**канд. техн. наук, ФГБОУ ВПО «МГУЛ», г. Мытищи, РФ
egvl@mail.ru

В статье рассматриваются современные тенденции изменений требований к пиломатериалам и технологии их производства.

На рынке появляются новые материалы, конкурирующие с пилопродукцией.

Вытеснение древесины происходит за счет низкой себестоимости новых материалов и более высокой производительности труда.

Потребителей пиломатериалов в первую очередь интересуют показатели производительности труда на стадии пиломатериалов – изделия. На этой же стадии производство заготовок оказывает существенное влияние на величину отходов, а их использование на малых и средних деревообрабатывающих предприятиях значительно сложнее, чем на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях.

На лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях для производства заготовок используются пиломатериалы, предназначенные для внутризаводской переработки. На деревообрабатывающих предприятиях для производства заготовок используют товарные пиломатериалы. Таким образом, для производства заготовок используют две различные категории пиломатериалов. Технология пиломатериалов для внутризаводской переработки и товарных пиломатериалов на современных лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях имеет различия.

Технологический процесс товарных пиломатериалов по сравнению с технологией пиломатериалов внутризаводской переработки имеет ряд дополнительных операций, которые оказывают существенное влияние на себестоимость. К таким операциям в первую очередь относится сортирование. Дробность сортирования товарных пиломатериалов достаточно высока (по сечениям, сортам, размерам длины), поэтому необходимо двухстадийное сортирование. Это не только увеличивает себестоимость обработки пиломатериалов, но и приводит к увеличению удельных капиталовложений. Для пиломатериалов, предназначенных для внутризаводской переработки, удельные капиталовложения значительно ниже, так как после сушки они могут быть направлены в раскройный цех. И себестоимость обработки этих пиломатериалов на участках от формирования сушильного пакета до подачи в раскройный цех ниже, чем для товарных пиломатериалов от формирования сушильного пакета до формирования транспортного.

Если рассматривать процесс выпуска пилопродукции единым от раскроя бревен до выработки заготовок, поставка товарных пиломатериалов приводит к дополнительным операциям по окончательному торцеванию и сортированию и сушке пиломатериалов у потребителя от транспортной влажности до эксплуатационной.

Известно, что корреляционное отношение между выходом заготовок и сортом пиломатериалов ниже 0,6. Поэтому сортирование пиломатериалов по действующим ГОСТ не всегда дает требуемый эффект.

Принадлежность пиломатериалов, предназначенных для внутризаводской переработки, к той или иной качественной группе целесообразно определять по величине выхода основной заготовки и за критерий качества пиломатериалов принять коэффициент выхода таких заготовок.

Сортирование пиломатериалов по этому критерию не только упрощает процесс, но и учитывает современную тенденцию к изменению величины допускаемых пороков в заготовках различных групп, в том числе и конструкционных. К основной заготовке в группе заготовок с одинаковым сечением относится обычно самая длинная.

Для принятия решения о целесообразности сортирования пиломатериалов внутризаводской переработки необходимо рассчитать границу их групп качества и определить увеличение выхода заготовок.

Современные методы планирования раскроя круглых лесоматериалов на пиломатериалы и пиломатериалов на заготовки позволяют оптимизировать производственные процессы по величине прибыли.

Существенная доля затрат приходится на транспортные расходы. Чем больше несоответствие качества товарных пиломатериалов, поставляемых потребителям, качеству пиломатериалов, тем больше затраты на транспортирование пиломатериалов.

Величина отходов при раскрое пиломатериалов на заготовки во многом зависит от длины пиломатериалов и длины вырабатываемых заготовок. Чем больше размеры пиломатериалов по длине и меньше длина заготовок, тем меньше объем отходов из-за не кратности пиломатериалов и заготовок.

Увеличение длины товарных пиломатериалов возможно, если короткомерные пиломатериалы будут перерабатываться на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях. При таком варианте технологического процесса возрастет средняя длина товарных пиломатериалов, а клееные пиломатериалы могут производиться значительно длиннее не клееных. Так для каркасного малоэтажного домостроения используются клееные пиломатериалы длиной 12 м.

Таким образом, при производстве пиломатериалов необходимо учитывать следующее:

- стремление к более однородному качеству пиломатериалов в сортировочной группе;
- своевременный отклик на требуемые потребителями размеры пиломатериалов;
- нахождение оптимальных соотношений между объемом товарных пиломатериалов и пиломатериалов внутривозвратной переработки;
- оптимизация производственных процессов круглых лесоматериалов на пиломатериалы и пиломатериалов на заготовки.

УДК 674.038.6

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ОТКЛОНЕНИЯ ОТ ПРЯМОЛИНЕЙНОСТИ

О.Г. Тарасова,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ
TarasovaOG@volgategh.net

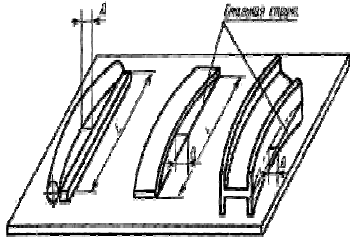
В статье представлен анализ стандартных и нестандартных методов контроля отклонений от прямолинейности по нормативной и технической документации на разные виды продукции.

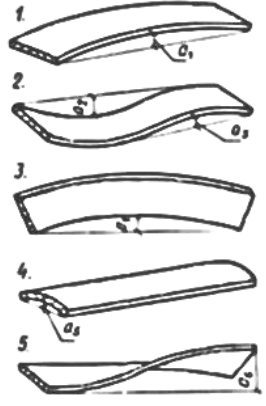
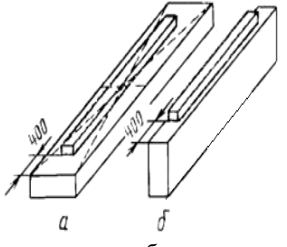
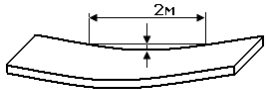
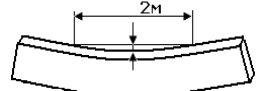
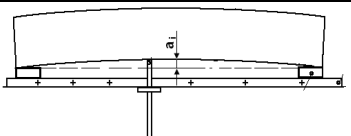
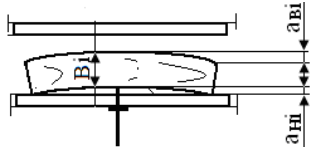
Актуальность темы определена:

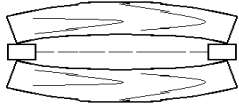
- 1) наличием различных методик;
- 2) применением нескольких терминов для одного и того же дефекта.

В процессе развития науки и техники возрастают требования к методам измерения отклонения от прямолинейности на различных объектах в метрологическом и технологическом планах [2]. Под термином «прямолинейность» понимается отсутствие отклонения продольной кромки полотна материала от прямой линии, но в нормативных документах это понятие трактуется под разными терминами [1]. Результаты анализа методик измерения отклонения от прямолинейности (кривизны или продольной покосности) продукции представлены в таблице.

Таблица

Источник информации	Применяемый термин	Наличие методики	Указание на средства измерения	Наличие схемы
ГОСТ 26877–91. Металлопродукция. Методы измерения отклонений формы	Прямолинейность	Имеется	Нет	Нет
	Кривизна (серповидность)	Имеется	Линейка или натянутая струна, щуп	
ГОСТ Р 51685–2000. Рельсы железнодорожные. Общие технические условия	Прямолинейность	Имеется	Автоматические устройства и контрольная линейка длиной 1,5 м	Имеется
	Кривизна	Имеется	Стальная струна и измерительная линейка	Нет
ГОСТ Р 51245–99. Трубы бурильные стальные универсальные. Общие технические условия	Кривизна	Имеется	Измерительная линейка и натянутая струной (леска)	Нет
ГОСТ 21646–2003. Трубы медные и латунные для теплообменных аппаратов. Технические условия	Кривизна	Отсутствует (в соответствии с требованиями ГОСТ 26877–91)	Нет	Отсутствует (схема по ГОСТ 26877–91)

Источник информации	Применяемый термин	Наличие методики	Указание на средства измерения	Наличие схемы
ГОСТ 2140–81 Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения	Покоробленность	Нет	Нет	 <p>Покоробленность: 1 – простая; 2 – сложная; 3 – продольная по кромке; 4 – поперечная; 5 – крыловатость</p>
ГОСТ 2695–83. Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия	Покоробленность	Нет	Нет	Нет
ГОСТ 8486–86. Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия	Покоробленность	Нет	Нет	Нет
ГОСТ 9302–83. Пиломатериалы хвойных пород черноморской сортровки, поставляемые для экспорта	Покоробленность	Нет	нет	Нет
ГОСТ 26002–83. Пиломатериалы хвойных пород северной сортровки, поставляемые для экспорта. Технические условия	Покоробленность	Нет	Нет	Нет
ГОСТ 10294–90. Рамы лесопильные вертикальные двухэтажные. Основные параметры. Нормы точности	Покоробленность	Имеется	Линейка длиной до 2200 мм и щуп	 <p>а – по пласти, б – по кромке</p>
Нордические пиломатериалы. Скандинавские правила сортровки сосновых и еловых пиломатериалов	Покоробленность по пласти	Имеется	Нет	
	Покоробленность по кромке	Имеется	Нет	
Патент №2359819 [3] Способ оценки отклонений от прямолинейности продольных кромок пиломатериала	Отклонение от прямолинейности	Имеется	Рейка и калиброванные опоры. Штангенглубиномер	
Патент №2369832 [4] Способ комплексной оценки ширины пиломатериала и отклонений от прямолинейности его продольных кромок	Отклонение от прямолинейности	Имеется	Прямолинейные рейки. Штангенглубиномер	

Источник информации	Применяемый термин	Наличие методики	Указание на средства измерения	Наличие схемы
Патент №2361174 [5] Способ измерения продольной покоробленности (кривизны) отдельных обрезных досок	Продольная покоробленность	Имеется	Струна. Штангенглубиномер	
Патент №2297593 [6] Способ оценки прямолинейности пиломатериалов	Отклонение от прямолинейности	Имеется	Калиброванные опоры. Штангенциркуль	

Выводы:

- 1) имеются разные подходы при определении величины стрелы прогиба, характеризующей отклонение от прямолинейности;
- 2) требуется актуализация нормативных документов и пересмотр норм ограничения дефектов обработки, в частности, величины отклонения от прямолинейности в действующих стандартах для приведения их к единообразию (вне зависимости от рынка реализации продукции: на экспорт или для внутреннего пользования);
- 3) необходимо разработать единую методику измерения отклонения от прямолинейности для разных видов продукции, длиной более 3 метров;
- 4) наиболее целесообразным для оперативного (в процессе работы) контроля обрезных пиломатериалов, возможно, следует считать методы с:
 - применением струны в качестве прямолинейной базы для продукции длиной до 6 м, а свыше 6 м – автоматических устройств с указанием их точности;
 - применением стационарного стенда с рейками, позволяющего оценить отклонение от прямолинейности обеих кромок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анализ способов измерения кривизны пиломатериалов / Боярский М. В., Тарасова О. Г.; Марийский государственный технический университет. – Йошкар-Ола, 2008. – 6 с. – Деп. в ВИНТИ 28.01.2009, № 47-В2009.
2. Боярский М.В., Тарасова О.Г. Анализ видов покоробленностей и способов их измерения // Вестник МарГТУ ; Марийский государственный технический университет. – Йошкар-Ола, 2010. – №3. – С. 76.
3. Пат. 2359819 Российская Федерация, МПК В 27G 23/00. Способ оценки отклонений от прямолинейности продольных кромок пиломатериала / Боярский М.В, Тарасова О.Г.; Жгулева И.Н., заявитель и патентообладатель Йошкар-Ола, ГОУ ВПО МарГТУ. – RU 2359819 С1; заявл. 13.12.2007; опубл. 27.06.2009; Бюл. № 18.
4. Пат. 2369832 РФ, МПК G01B 5/28. Способ комплексной оценки ширины пиломатериала и отклонений от прямолинейности его продольных кромок / Боярский М.В, Тарасова О.Г.; Хныкина Ю.В. – RU 2369832 С1; заявл. 25.03.2008; опубл.10.10.2009; Бюл. № 28.
5. Пат. 2361174 Российская Федерация, МПК G01B 5/28. Способ измерения продольной покоробленности (кривизны) отдельных обрезных досок / Боярский М.В, Тарасова О.Г. заявитель и патентообладатель МарГТУ.– RU 2361174 С1; заявл. 25.03.2008; опубл.10.07.2009; Бюл. № 19.
6. Пат. 2297593 РФ, МПК G 01 B 5/28. Способ оценки прямолинейности пиломатериалов / Боярский М.В, Тарасова О.Г. заявитель и патентообладатель МарГТУ.– RU 2297593 С1; заявл. 14.12.2005; опубл. 20.04.2007; Бюл. №11.

УДК 674

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
НИЗКОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА ЗВУКОВЫХ ВОЛН
ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТОЛЯРНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Л.А. Тихомиров,

к.т.н., доцент ФГБОУ ВПО КГТУ

Дефектоскопия – совокупность неразрушающих методов контроля материалов, использующихся для обнаружения нарушений однородности макроструктуры, отклонений химического состава и т.п. Различают ультразвуковую, низкочастотную (резонансную), инфракрасную, люминесцентную капиллярную дефектоскопии, а также рентгено-, гамма-, термдефектоскопии. Резонансный метод основан

на определении собственных резонансных частот упругих колебаний при возбуждении их в изделии. Этим методом измеряют толщину стенок металлических и некоторых неметаллических изделий. При возможности измерения с одной стороны точность измерения около 1%. Кроме того, при помощи резонансной дефектоскопии можно выявлять зоны коррозионного поражения.

(фр. *resonance*, от лат. *resono* – откликаюсь) – явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний, которое наступает при приближении частоты внешнего воздействия к некоторым значениям (резонансным частотам), определяемым свойствами системы. Увеличение амплитуды – это лишь следствие резонанса, а причина — совпадение внешней (возбуждающей) частоты с внутренней (собственной) частотой колебательной системы. При помощи явления резонанса можно выделить и/или усилить даже весьма слабые периодические колебания.

Использование низкочастотного диапазона звуковых волн для контроля качества столярно-строительных изделий экономичный и эффективный метод неразрушающего контроля качества готовых оконных блоков.



Для проведения эксперимента была использована лабораторная установка, вид которой представлен на рис. 1 и оконные блоки, изготовленные в условиях производства различных конструкций:

1. Одностворчатая конструкция, одинарное остекление.
2. Одностворчатая конструкция, одинарное остекление (другие петли).
3. Одностворчатая конструкция, однокамерный стеклопакет.
4. Одностворчатая конструкция, однокамерный стеклопакет (толстая конструкция).
5. Двухстворчатая конструкция, одинарное остекление.
6. Одностворчатая конструкция двухкамерный стеклопакет.
7. Пластиковый оконный блок с трехкамерным профилем однокамерный стеклопакетом.
8. Двухстворчатая конструкция смешанное остекление (1 + 2 стекла).

Для возбуждения акустических колебаний был применен акустический комплекс, включающий ноутбук с установленной на него программой для генерации сигналов различных частот Two channels Frequency Generator v 1.0., разработанной компанией Cognaxo. Рабочее окно представлено на рис. 2.

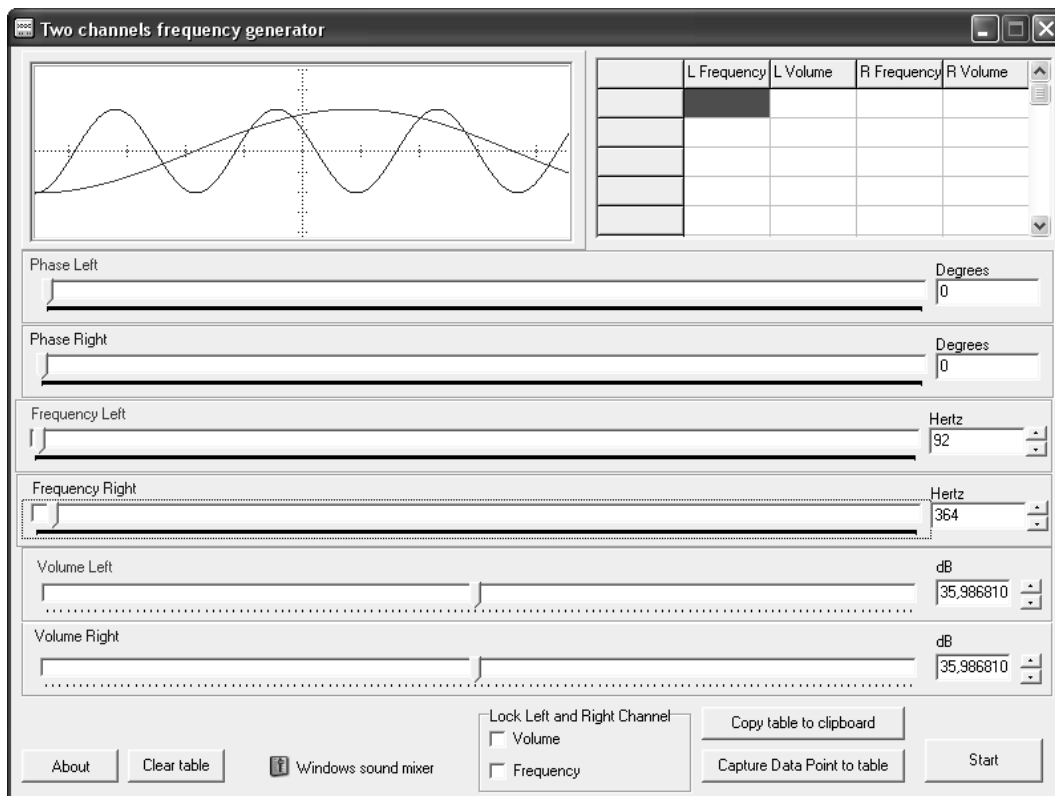


Рис. 2. Рабочее окно программы Two channels Frequency Generator v 1.0.

Проходя через оконный блок звуковые волны, возбуждают в системе колебания, при совпадении частоты этих колебаний и собственной частоты конструкции оконный блок резонирует, дефектный узел становится источником слышимого шума и обнаруживается тактильным контактом.

Предлагаемая методика разработана для повышения качества продукции и предотвращения систематических нарушений технологии при производстве оконных систем. Особенностью метода является его простота и доступность, т.к. для проведения анализа не нужны дорогостоящие приборы и инструменты.

В результате проводимых испытаний оконных блоков были выявлены многочисленные дефекты (нарушение плотности притвора створок, дефекты остекления, брак петли), устранение которых позволит повысить качества шумо и тепло изоляции оконных блоков.

В ходе проведенных исследований была определена возможность использования низкочастотного диапазона звуковых волн для контроля качества столярно-строительных изделий с помощью резонанса.

Дефекты, выявленные данным методом – можно отнести к скрытым, другими средствами определить их затруднительно.

Вибрация конструктивного элемента оконной конструкции, при совпадении внутренней частоты колебаний системы с преобладающей частотой уличного шума, является источником дополнительного шума, что снижает комфорт в помещении.

Таблица

Результаты испытания резонансных частот

№	Конструкция	№ замера	Частота резонанса, Гц	Объект резанирования	Частота резонанса, Гц	Объект резанирования	Частота резонанса, Гц	Объект резанирования	Частота резонанса, Гц	Объект резанирования
1	Одностворчатая конструкция однокамерный стеклопакет (материал ПВХ)	3	68	стекло	142	нижняя петля				
		4	39	петли, стекло	55	петли	62	петли	135	петли
		6	64	петли	129	петли				
		9	65	стекло	60	петли				
2	Одностворчатая конструкция, одинарное остекление (широкие петли)	1	107	петли	86	стекло	70	стекло		
		2	57	не плотно прижата дверь	116	петли				
		3	107	не плотно прижата дверь	70	петли				
		4	106	не плотно прижата дверь	73	петли				
		5	100	не плотно прижата дверь	105	петли				
		6	110	не плотно прижата дверь	73	петли				
		7	68	стекло						
		9	50	не плотно прижата дверь	110	петли				
3	Одностворчатая конструкция, однокамерный стеклопакет	1	50	не плотно прижата дверь						
		6	45	не плотно прижата дверь						
		9	53	не плотно прижата дверь						
5	Двустворчатая конструкция, одинарное остекление	1	63	петли						
		2	66							
		7	69	стекло, петли						
		8	132	ручка						
		2	138	стекло						
		8	58	не плотно прижата дверь						

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНип 23-03–2003. Защита от шума // Госстрой России. – М., 2004.
2. Кудрявцев И.С., Тихомиров Л.А. Метод контроля качества строярно-строительных изделий с помощью низкочастотного диапазона звуковых волн // Научные труды молодых ученых КГТУ. – Вып. 13. – Кострома: КГТУ, 2012. – С. 90–92.

УДК 691.115

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

Э.Р. Хайруллина,

Аспирант, ФГБОУ ВПО КНИТУ, г. Казань, РФ
endzhe_31@mail.ru

В статье рассматривается технологии получения гипсостружечных плит. Предлагается усовершенствованная технология получения гипсостружечных плит и принципиальная схема данной технологии.

Строительные материалы на основе минеральных вяжущих занимают ведущее место в современной архитектурно-строительной практике. Их широкое применение обуславливается наличием значительных запасов сравнительно дешевых и доступных сырьевых материалов, высокими эксплуатационными характеристиками, возможностью удовлетворять разнообразным требованиям жилищного, гражданского, промышленного, сельскохозяйственного и специального строительства, в том числе подземного и подводного. Кроме того, таким изделиям можно придавать разнообразные форму и внешнюю отделку, они хорошо совмещаются с другими материалами и изделиями. Технологии производства древесных композиционных материалов на основе минеральных вяжущих сравнительно просты, имеют низкую энергоемкость, их можно механизировать и автоматизировать.

В последние годы в отечественной строительной практике возрастает интерес к применению в качестве вяжущих гипсовых материалов. Этому способствует экологичность, высокие показатели пожаробезопасности и огнестойкости, относительная дешевизна материалов на основе гипсовых вяжущих, а также возможность использования местных минеральных ресурсов для их производства. К таким материалам можно отнести хорошо известные гипсостружечные плиты (ГСП), которые в настоящее время снова завоевывают рынок строительных материалов. Используя природную способность гипса впитывать излишнюю влажность в помещении, а при недостатке – отдавать, ГСП является идеальным материалом для создания комфортного микроклимата в жилых помещениях.

Существующие ранее технологии производства не обеспечивают необходимые физико-механические свойства ГСП. Производство ГСП осуществляется полусухим методом, при котором влажная смешанная масса гипсового вяжущего и древесных стружек располагается на стальных листах, после чего прессуется и высушивается [1].

В Европе ведущим производителем таких плит является немецкая компания BINOS GmbH. Технология этой компания классическая и состоит из следующих операций: изготовление стружки, разделение на фракции (стандартная и грубая стружка), размол, сушка, загрузка бункера, смешивание, формование, прессование, затвердевание, штабелирование, сушка, обрезка [2].

В связи с потребностью российского рынка в строительных материалах на основе гипса в Пешеланском гипсовом заводе создали новый цех, оборудованный специально для выпуска гипсостружечных плит. На данный момент ПГЗ «Декор-1» является единственным производителем этого материала в России. Их технология заключается в следующем: приготовление щепы, изготовление стружки, измельчение, сушка, смешивание, формование, штабелирование, прессование, выдержка, разбор штабеля, сушка, обрезка, формование пакета, шлифовка [3].

В вышеуказанных технологиях используются сушильные устройства, которые не обеспечивают равномерное нагревание, не дают возможности регулирования процесса высыхания, а именно влажностных параметров, что приводит к возникновению внутренних напряжений и деформаций и ухудшает физико-механические свойства готовых плит. Предлагается усовершенствованная технология производства ГСП, заключающаяся в следующем (рис.).

Древесина в виде кусковых отходов поступает в рубительную машину 1. Далее частицы доизмельчаются в дробилке 2 и направляют в бункер для хранения стружки 3, из которого стружка дозированно поступает в смеситель 7. Сюда же, в смеситель, дозировано подается гипс из емкости 5. Масса тщательно перемешивается и в полученную смесь из емкости 6 подают расчетное количество воды и из емкости 4 – замедлитель твердения гипса. Полученная смесь перемешивается и подается в формовочную машину 8, разделение насыпного ковер на поддонах производится с помощью быстрого ленточного питателя 9. Далее штабелер готовые поддоны укладывает в пакет, пакет помещается в силовую тележку 10 и фиксируется с помощью специального зажимного каркаса. Силовая тележка со сжатыми

штабелями помещается под пресс 11 и фиксируется. После пресса силовая тележка со сжатыми штабелями направляется в камеру гидратации 12, где при определенной температуре и влажности, происходит твердение плит. После чего штабелер разбирает штабель на поддоны и отправляет на выдержку, для снятия остаточных напряжений.

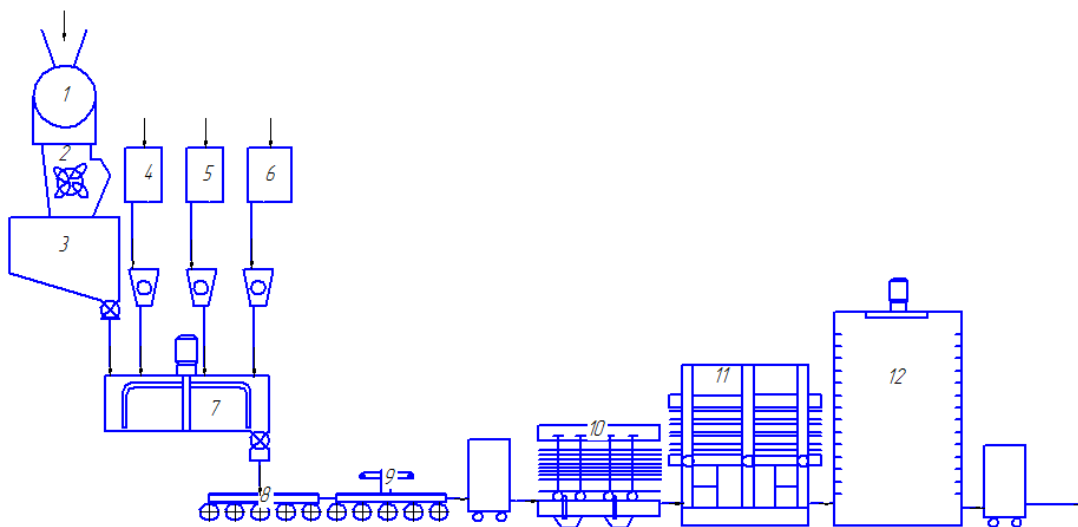


Рис. Принципиальная схема получения гипсостружечных материалов

Использование камеры гидратации, в производстве гипсостружечной плиты, обеспечивает проведение процесса гидратации при определенно заданной температуре и влажности, что исключает пересушивание плит и приводит к улучшению физико-механических свойств.

Применение представленной технологии получения гипсостружечного материала позволяет регулировать режимы технологического процесса, что приводит к улучшению качества получаемой продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мельникова Л.В. Технология композиционных материалов из древесины. – М.: Изд.: МГУЛ, 2002.
2. Процесс производства ГСП [Электронный ресурс] // Binos GmbH. – Режим доступа: http://www.binos.de/uploads/media/Process_Description_of_Gypsum_Particle_Board_-_russisch_18.pdf.
3. Цех гипсостружечных плит [Электронный ресурс] // Пешеланский гипсовый завод. – Режим доступа: <http://www.pgz-dekor.ru/proizvodstvo/Ceh%20GSP>.

УДК 691-419.8

РАЗРАБОТКА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОГО ШПОНА

Р.Р. Хасаншин,

канд. техн. наук, доц., ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Казань, РФ
olambis@rambler.ru

Р.Р. Зиатдинов, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Казань, РФ

В статье описана энерго- и ресурсосберегающая технология термомодифицирования шпона, химический анализ состава древесины при различных температурных режимах обработки.

В России, располагающей почти четвертью мировых запасов древесины, лесная отрасль занимает неоправданно скромное место в экономике страны. Огромный лесосырьевой потенциал используется неэффективно. Положение лесопромышленного комплекса в настоящее время усугубляется кризисной ситуацией мирового рынка.

Перспективным направлением инновационного развития деревообработки в сложной рыночной ситуации может быть производство нового товара – термомодифицированной древесины. Термически модифицированная древесина существенно превосходит необработанную древесину по множеству показателей. Она имеет более плотную структуру, повышенную биологическую стойкость, улучшенные декоративные свойства.

Одной из первых технологий термической обработки древесины в промышленных масштабах можно обозначить обработку древесины в паровоздушной среде при температуре 200...240 °С в течение 24 ч, освоенную в Финляндии в середине 90-х гг. XX в. и применяемую на сегодняшний день в России [1].

При этом важным негативным фактором современных технологий термообработки древесины, сдерживающим их распространение в России, является применение перегретого водяного пара или жидкой среды для подвода тепловой энергии и защиты материала от кислорода, что приводит к высоким энергозатратам и быстрому износу дорогостоящего оборудования вследствие воздействия высокотемпературной агрессивной среды.

Для решения данной задачи нами предложено использовать вакуумно-кондуктивные сушильные камеры, возможность применения которых для термомодифицирования шпона до сих пор не была исследована. При этом использования вакуума позволит избежать воспламенения шпона и существенно снизить энергозатраты вследствие предотвращения тепловых потерь в окружающую среду, а применение контактного метода подвода теплоты позволит значительно интенсифицировать процесс [2].

Для проведения вакуумно-кондуктивного термомодифицирования древесных материалов разработана пресс-вакуумная установки (рис. 1) работающая следующим образом: штабель в камере сушки формируется по принципу чередования нагревательных плит и высушиваемых образцов древесины, заданных форм и размеров, затем производится герметизация вакуумной камеры и начинается вакуумно-кондуктивная сушка с периодическим подводом тепла при влажности древесины более 10% или непосредственно термомодифицирование древесины при начальной влажности древесины мене 8%.



Рис. 1. Установка вакуумно-контактного термомодифицирования шпона

При вакуумно-кондуктивной сушке с периодическим подводом тепла процесс протекает в две стадии – прогрева материала и вакуумирования. Прогрев древесины происходит от перфорированных металлических нагревательных плит. После достижения в центре материала определенной температуры, регистрируемой с помощью установленных в древесине трех термопар, нагревательные плиты отключаются, и осуществляется стадия вакуумирования. Выдержка под вакуумом производится до снижения температуры в центре пиломатериала до заданного значения. После окончания стадии вакуумирования в камеру нагнетается атмосферный воздух и начинается стадия прогрева пиломатериала. Создание воздушной среды в камере в процессе прогрева древесины осуществляется с целью снижения испарения влаги с поверхности тела и, как следствие, возможности повышения температуры древесины до более высоких значений. Таким образом, осуществляется чередование стадий прогрева высушиваемой древесины и вакуумирования до достижения влажности древесины 8%. После чего начинают процесс вакуумно-кондуктивного термомодифицирования древесины. Для этого температуру нагревательных плит повышают до 180...240 °С.

После достижения средней температуры обрабатываемого шпона заданного значения происходит выдержка материала вакууме при работающих нагревательных плитах – осуществляется непосредственно термическое модифицирование древесины, продолжительность которого определяется установленным качеством продукта.

С целью изучения химических изменений, протекающих в натуральной древесине, подвергнутой тепловой обработке без доступа кислорода воздуха, были проведены исследования полученных образцов термомодифицированной древесины сосны на ИК Фурье-спектрометре в диапазоне частот от 400 до 4000 см⁻¹. Полученные спектры представлены на рис. 2.

ИК-спектральный анализ показал, что воздействие температур в диапазоне до 160 °С, продолжительностью до 8 часов практически не вызывает химических превращений в древесине. Заметные изменения в полосе инфракрасного поглощения начинают происходить при воздействии на древесину сосны температуры 200 °С более одного часа. Данное явление может носить несколько объяснений, главные из которых – образование растворимых сахаров и изменение концентрации гидроксильной группы, входящей в состав карбоксильных групп – в очередной раз свидетельствуют о разложении гемицеллюлозы.

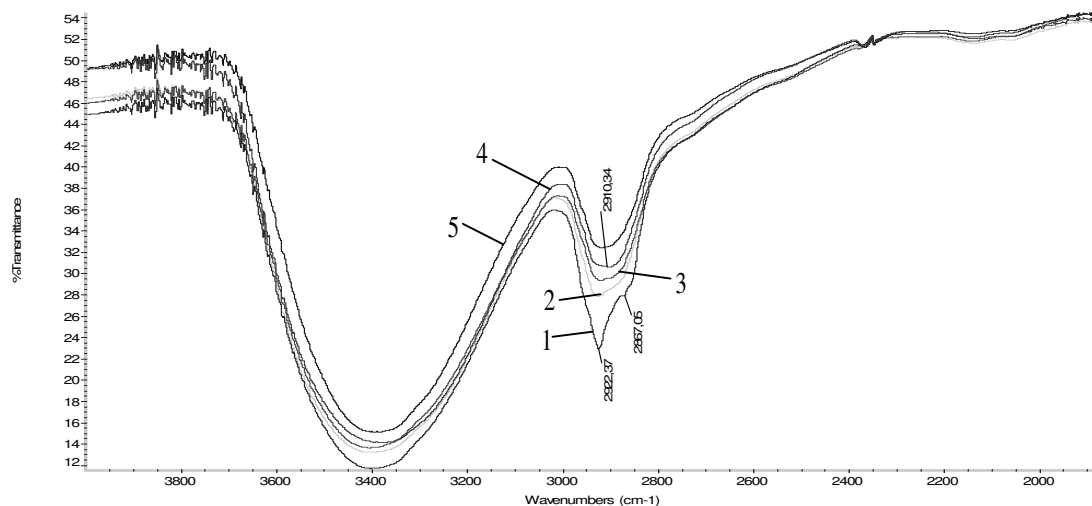


Рис. 2. Видоизменение полосы поглощения в области $2800 - 3000 \text{ см}^{-1}$ при воздействии повышенных температур:
1 – $200 \text{ }^\circ\text{C}$, 3 ч; 2 – $200 \text{ }^\circ\text{C}$, 4 ч; 3 – $220 \text{ }^\circ\text{C}$, 2 ч; 4 – $240 \text{ }^\circ\text{C}$, 1 ч; 5 – $260 \text{ }^\circ\text{C}$, 1 ч

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хасаншин Р.Р., Разумов Е.Ю., Сафин Р.Р. Исследование изменения химического состава древесины, подвергнутой термомодифицированию, с помощью ИК-спектрометра // Вестник КГТУ. – 2010. – № 9.
2. Сафин Р.Р., Сафин Р.Г., Иманаев Р.М. Исследование совмещенной сушки-пропитки массивных капиллярно-пористых коллоидных материалов // Вестник КГТУ. – 2006. – № 6.

УДК 630*5

ВНЕДРЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА НА КНЯЖПОГОСТСКОМ ЗАВОДЕ ДВП

М.В. Цыгарова,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО УГТУ, г. Ухта, РФ.
mtsugarova@mail.ru

В статье рассматривается возможность внедрения технологической линии по производству древесного топлива с целью утилизации древесных отходов, выполнено сырьевое планирование и определена экономическая эффективность проекта.

Княжпогостское предприятие в Республике Коми (г. Евма) переживает достаточно сложные времена. К сожалению, оно попало в сложное экономическое положение. В 2012 г. прежняя форма компании – ОАО «Завод ДВП» – обанкротилась. На смену ей было создано новое предприятие – ООО «Княжпогостский завод ДВП». Есть основания надеяться, что компания-преемник сохранит традиции качества. Ранее в цехах выпускались мокрым способом твёрдые и сверхтвёрдые плиты марок Т и Т-С. Продукция отличалась экологичностью – в производственном процессе применялась технология, позволяющая полностью обходиться без нежелательных связующих веществ. Новое руководство уверено в завтрашнем дне, планирует организовать поставки продукции на новые рынки Германии и Прибалтики [1].

Вся продукция, производимая на заводе, поступает для складирования на склад готовой продукции, где она находится до момента её отгрузки потребителям. Технологическая щепка, производимая на заводе, складывается на открытом складе для хранения щепы. Структурная схема действующего технологического процесса предприятия ООО «Княжпогостский завод ДВП» представлена на рисунке 1.

Анализ деятельности ООО «Княжпогостский завод ДВП» показал, что в настоящее время на заводе имеется технологическая щепка и отходы производства (технологическая щепка, стружка, опилки, кора), которые необходимо использовать с максимальной выгодой до момента их гниения. Поэтому, с целью утилизации древесных отходов и повышения эффективности работы предприятия, следует рассмотреть возможность внедрения технологической линии по производству древесного топлива. Перспективность древесного топлива заключается в использовании в области топливно-энергетического комплекса, как абсорбент в химических производствах, топливо для мангалов, для отопления жилых домов путем сжигания в небольших котлах, печах и каминах, отопления железнодорожных вагонов.

Для того чтобы внедрить технологическую линию по производству древесного топлива, необходимо выполнить сырьевое планирование (рис. 2, 3).

Структурная схема, показывающая объем и место образования отходов, которые требуют утилизации, представлен на рис. 3, из которого видно, что необходимо утилизировать $24,2 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$ (отходы деревообработки 50% от пиловочного сырья, отсев щепы 3% от её общего объёма, неиспользуемая щепка 26%). Нами предполагается переработка данного объёма сырья с целью производства древесного топлива, а также покупка оборудования для производства древесных топливных гранул.

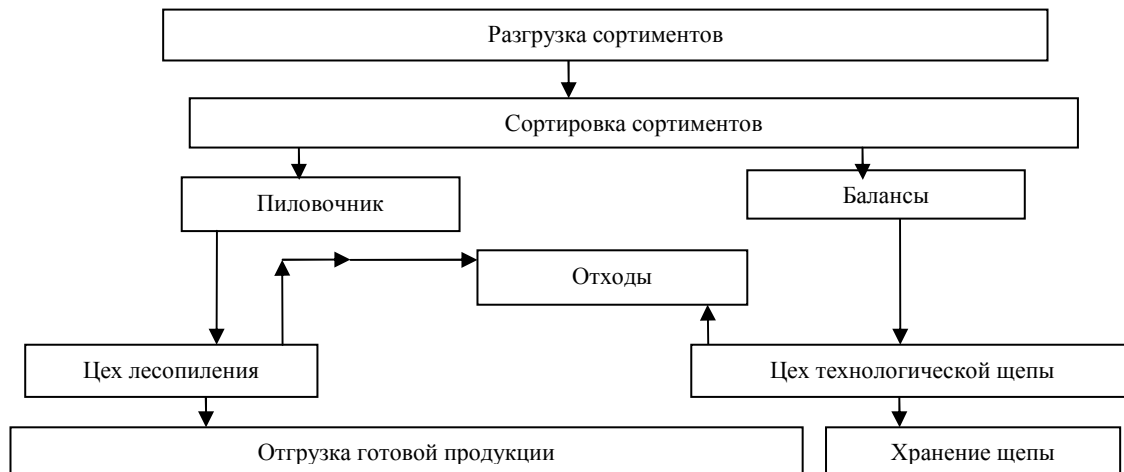


Рис. 1. Структурная схема действующего технологического процесса ООО «Княжпогостский завод ДВП»

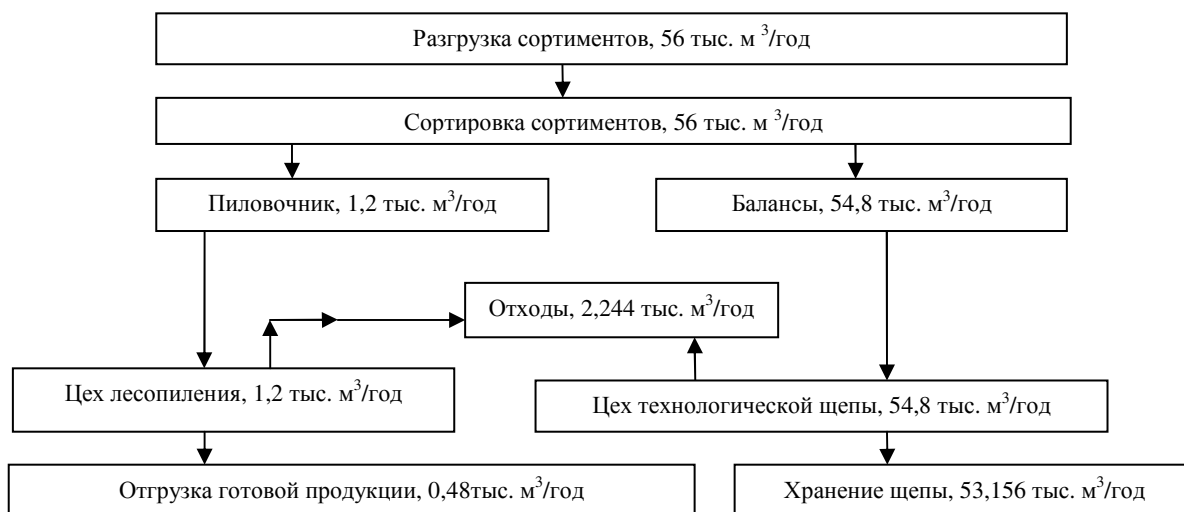


Рис. 2. Масс-баланс действующего технологического процесса ООО «Княжпогостский завод ДВП»

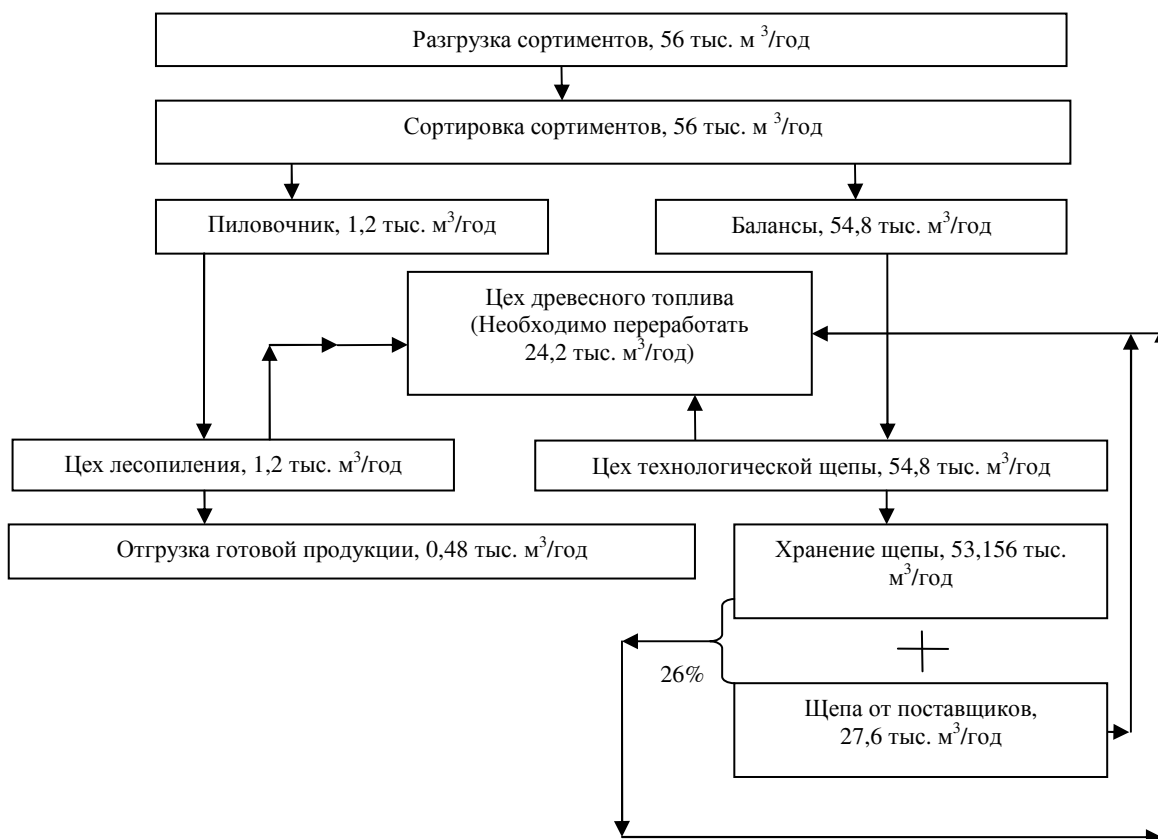


Рис. 3. Структурная схема технологического процесса при производстве древесного топлива

В проекте нами рассматривается применение технологической линии Кировского завода «Доза Гран» – ЛГС-1500 [2].

В проекте рассматривается два варианта реализации полученных топливных древесных гранул:

- 1) реализация европейским потребителям по цене 2200 руб./т гранул, т.е. в себестоимость производства включаются затраты на транспортировку до Санкт-Петербурга;
- 2) реализация местным потребителям внутри региона по цене 760 руб./т гранул.

Показатели экономической эффективности производства древесного топлива представлены в таблице.

Таблица

Показатели экономической эффективности

Наименование показателей	Ед. изм.	Значение по вариантам потребителей	
		европейские	региональные
1. Годовая программа производства древесного топлива	т	9450	
2 Цена	руб./т	2200	760
3 Товарная продукция	тыс. руб.	20790,0	7182,0
4. Полная себестоимость	тыс. руб.	5517,7	
5. Капитальные вложения	тыс. руб.	2701,2	
6. Чистый дисконтированный доход	тыс. руб.	4785	1919,0
7. Индекс эффективности	руб. / руб.	1,7	2,8
8. Период возврата инвестиций	год	1,2	2,2
9. Внутренняя норма доходности	%	59	53

Результаты расчета свидетельствуют об эффективности внедрения технологической линии по производству древесного топлива, т.к. величина интегрального эффекта (чистого дисконтированного дохода) – положительна, а индекс эффективности превышает 1, что также свидетельствует об эффективности внедрения данного проекта.

Проведенные нами технико-экономические расчёты показали, что предприятие, внедрив линию по переработке древесных отходов с целью производства древесного топлива, может повысить эффективность работы, что в настоящее время актуально для ООО «Княжпогостский завод ДВП». Проект доказывает выгоду производства при реализации гранул как внутри региона, так и с доставкой их до границы с Европой, при этом будут созданы дополнительно рабочие места, что позволит снизить уровень безработицы в регионе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ДВП: заводы, выпускающие качественные плиты [Электронный ресурс] // Выбор стройматериалов. – Режим доступа: <http://stroy-materialy.com/dvp/zavody-vypuskayuszie-kachestvennyye-plity.html>.
2. Интернет-ресурс <http://dozagran.ru>.

УДК 684.667.04

АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДОРАСТВОРИМЫХ И МАСЛЯНЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Л.А. Яремчук, канд. техн. наук, доцент,

Т.В. Максимив, студент.

Национальный лесотехнический университет Украины (НЛТУ Украины), г. Львов, Украина

la.yaremchuk@hotmail.com

В работе представлены экспериментальные исследования физико-химических и эксплуатационных свойств лакокрасочных материалов на основе водорастворимых и масляных композиций. Выполнен сравнительный анализ основных характеристик материалов и защитных покрытий на их основе.

В последние годы в производстве изделий из древесины все больше используются водорастворимые лакокрасочные системы. Отношение объема производства таких лакокрасочных материалов (ЛКМ) к общему выпуску лакокрасочной продукции в развитых странах Европы увеличилось до 35...45 %.

В нашей стране лакокрасочная промышленность пока не производит водорастворимые ЛФМ, однако, на территорию Украины ввозится большой ассортимент лакокрасочных материалов многих зарубежных фирм, среди которого до 15% занимают водорастворимые.

На сегодняшний день, каждому производителю изделий из древесины известно, что за водорастворимыми лакокрасочными системами будущее в технологии формирования защитно-декоративных покрытий, так как, с каждым годом повышаются требования к соблюдению норм экологии в производстве.

Однако перед производственными часто стоит не простая задача – выбор качественных и не дорогих материалов из большой пропозиции, представленной различными торговыми фирмами в Украине, а также утилизация отходов производства. Известно, что водорастворимые системы имеют

некоторую сложность при сохранении и утилизации не использованных лакокрасочных материалов на водной основе.

На сегодняшний день производители и пользователи лакокрасочной продукции для отделки древесины начали широко использовать материалы на основе высыхающих масел, как стойкий к атмосферному воздействию и экологически безопасный продукт. Масляные лакокрасочные материалы хорошо смачивают подложку, глубоко проникают в поры древесины, и создают покрытия стойкие к воздействию влаги, изменению температуры и деформации. Кроме того, они безопасны при нанесении и эксплуатации изделий с покрытиями на основе масляных ЛКМ, а также не наносят существенный вред окружающей среде при утилизации.

Ограниченное использование масляных материалов, в первую очередь связано с тем, что они длительно высыхают и имеют не высокую твердость защитной пленки. Потому для сокращения времени высыхания покрытий и повышения их твердости их необходимо модифицировать. Для модификации кроме сиккативов, часто используют воски и канифоль.

Целью данной работы были сравнительные исследование физических и эксплуатационных показателей водорастворимых ЛКМ известных зарубежных фирм, которые представляют свою продукцию деревообрабатывающим предприятиям в Украине с модифицированными масляными композициями.

Из выбранных материалов для эксперимента были предложены: композиция № 1 – водорастворимый лак (Италия фирмы); композиция № 2 – модифицированное льняное масло (Украина).

При проведении экспериментов был представлен сравнительный анализ величин физико-химических и эксплуатационных показателей лакокрасочных материалов и покрытий. Значения основных физико-химических показателей испытуемых материалов приведены в таблице 1.

Величины физико-химических показателей лакокрасочных материалов приведены в следующем порядке: для материалов от производителя и в рабочей вязкости.

Таблица 1

Физико-химические показатели лакокрасочных материалов

Название показателей	ЛКМ №1		ЛКМ №2	
	поставка	роб. состав	поставка	роб. состав
Массовая доля сухого остатка, %	56,9	39,0	50,0	55,6
Вязкость, с	44,0	26,0	28,0	31,0
Поверхност.натяж., мДж/м ²	63,8	45,7	33,4	37,3
Способность к растеканию, условная	удовлетвор.	хорошая	очень хорошая.	очень хорошая

Способность к формированию покрытий определяется физическими характеристиками ЛКМ и подложки за основными критериями: краевого угла смачивания, критическим поверхностным натяжением подложки и работой адгезии. В качестве подложки были выбраны две основные породы древесины, наиболее используемые для мебельных и столярно-строительных изделий – дуб и сосна.

При определении краевого угла смачивания измерения проводились с помощью проектора, который фокусировал каплю на экран. Измерялся радиус и высота капли на деревянных подложках и за формулой рассчитывался краевой угол смачивания.

Критическое поверхностное натяжение определялось на деревянных подложках с помощью тестовых жидкостей – глицерин, этиленгликоль, диэтиленгликоль в определенных пропорциях. Показателем поверхностной энергии подложек был краевой угол смачивания тестовых жидкостей. Расчет коэффициентов для определения поверхностной энергии проводился с помощью уравнения наименьших квадратов.

$$\cos \theta = b + a\sigma_{p,z}$$

$\sigma_{p,z}$ – поверхностное натяжение тестовых жидкостей; a, b – коэффициенты .

Поверхностное натяжение ЛКМ определялось по методу акад. Ребиндера.

Работа адгезии определялась из уравнения,

$$W_A = \sigma_{p,z}(1 + \cos \theta).$$

Данные измерений занесены в таблицу 2.

Представленные в таблице данные свидетельствуют о том, что поверхностное натяжение масляных лакокрасочных материалов ниже, чем у водорастворимых систем, а краевой угол смачивания стремится к нулю, то есть к полному смачиванию подложек. Данные экспериментальных исследований подтверждают теоретические и практические работы о том, что водорастворимые системе хуже смачивают поверхность древесины, а соответственно, имеют некоторые сложности при формировании защитно-декоративных покрытий.

Масляные ЛКМ хорошо смачивают древесные подложки и растекаются по поверхности, а значит, легко формируют защитные пленки.

Важным показателем при создании покрытий для каждого лакокрасочного материала являются его физико-механические свойства, которые отвечают за эксплуатационные характеристики и долговечность изделия в целом.

Эксплуатационные показатели лакокрасочных покрытий для предложенных исследуемых систем представлены в таблице 3.

Таблица 2

Основные энергетические показатели лакокрасочных композиций

Тип ЛКМ	Поверхн. на-тяжен, мДж/м ²	Краевой угол, град		Критическое поверх. натяж., мДж/м ²		Работа адгезии, мДж/м ²	
		сосна	дуб	сосна	дуб	сосна	дуб
№1							
1	63,8	54,0	54,3/53,0	27,5	25,0	70,9	62,4
2	54,3	47,2	48,0/48,0				
3	45,7	46,0	44,0/41,6				
4	44,3	43,7	37,0/38,0				
№2							
1	45,0	18,0	15,6	31,0	28,0	80,1	72,9
2	41,2	15,1	15,2				
3	38,1	14,1	16,4				

Таблица 3

Физико-механические характеристики покрытий

Наименование показателей	ЛКП №1	ЛКП №2
Твердость по М-3, у.е.	0,43	0,33/
Время высыхания при t = 20 °С, ч	0,9–1,1	16–24
Прочность на изгиб по ШГ-1, мм	2,0	1,0
Прочность на удар по У-1, Н/м	3,5	5,0
Блеск по Р-4, номер строки	1-2	1-2
Термостойкость при t = 75 °С, у.е.	Удовлетворит.	Хорошая
Водостойкость, сутки	5	10
Адгезия, балл	2,0	1,0

Полученные экспериментальные исследования показывают, что лакокрасочные композиции №1 и №2 имеют достаточно высокие показатели по смачиванию древесной подложки при формировании защитно-декоративного покрытия, а так же физико-механические и эксплуатационные свойства. Так как ЛКМ, предложенные к исследованию на водорастворимой и масляной основе, их можно отнести к группе экологически безопасным полимерным композициям. Однако, при приблизительно, равных физических и эксплуатационных показателях покрытий, у ЛФМ №1 время на создание сухой пленки меньше и твердость выше, чем у композиции на основе масляного материала №2. Однако покрытие на основе масляной композиции имеет выше адгезию, стойкость к воздействию влаги и температуры, прочнее на удар и изгиб.

Проведенные экспериментальные исследования позволяют отметить качество ЛФМ №1 и №2 для отделки древесины для получения высококачественных экологически безопасных защитно-декоративных покрытий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карякина М.И. Лабораторный практикум по испытанию лакокрасочных материалов и покрытий. – М.: Химия, 1989. – 206 с.
2. ГОСТ 7931–76. Олифа натуральная. Технические условия.
3. Прието Д., Кине Ю. Древесина. Обработка и декоративная отделка; [пер. с нем. канд. хим. наук М.В. Поляковой]. – М.: Пейнт-Медиа, 2008. – 392 с.



РАЗРАБОТКА КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ И ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

УДК 674.815

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ОКОРКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ

Т.Н. Вахнина,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.
t_vachnina@mail.ru

А.К. Боровкова, студ., ФГБОУ ВПО КГТУ
aniaborovkova@mail.ru

О.М. Мазаева, инж., г. Кострома

На современном этапе развития российской экономики формируется тенденция перехода от продажи сырьевых ресурсов к их углубленной переработке [4, 8, 9]. Национальное богатство – древесину нерационально поставлять на экспорт в виде сырья, это тормозит развитие отечественных перерабатывающих предприятий. Использование всех частей древесины для производства конкурентоспособной продукции не только повысит коэффициент ее использования, но и будет стимулом развития производства новых видов материалов.

Исследование возможности использования отходов окорки для производства древесных композиционных плит послужит не только повышению коэффициента использования древесного сырья, но и расширению ассортимента отечественных плит [10, 11]. Решение данной задачи является актуальным для экономики в целом.

В процессах обработки древесины образуется большое количество коры, которая утилизируется в основном путем сжигания [6, 10, 13]. Такое положение нельзя назвать удовлетворительным, проблеме использования коры необходимо решать в рамках повышения полезного использования древесины.

В настоящее время во всем мире рассматриваются возможности экологически безопасной утилизации отходов окорки древесины. Канадские исследователи разработали плиты, на 70 % состоящие из коры. Подтолкнули их к этой разработке участвовавшие акции движения «зеленых» против сжигания огромного количества отходов, образующихся при окорке древесины.

В прошлом нашей стране и за рубежом в основном разрабатывались древесные плиты с добавкой коры теплоизоляционного назначения [7]. В последнее время формируется тенденция использования для наружной отделки таких материалов, как кора пробкового дерева, натуральная древесина с дефектами. С учетом этого, возможно использование плит с наружными слоями из коры в интерьере и деталях мебельных изделий. Это позволит использовать отходы окорки не на топливные нужды, а на производство конкурентоспособных плит, уменьшить выбросы в атмосферу, создать новые возможности для дизайнерских решений в области интерьера и изделий из древесины.

Данные плиты должны обладать необходимым комплексом эстетических и эксплуатационных свойств. Существующие зарубежные аналоги плитных материалов из коры [10], включая кору пробковых деревьев, имеют при хороших эстетических показателях низкую прочность и высокую стоимость.

Использование в качестве лигноцеллюлозной составляющей только коры не придаст материалу необходимых прочностных показателей. Сложности производства плит из коры обусловлены тем, что ее физико-механические свойства отличаются от показателей древесины, частицы коры плохо склеиваются карбамидоформальдегидным связующим между собой и с частицами древесины [1, 5, 13]. В плитах-аналогах, разработанных канадскими учеными, использованы методы химической обработки частиц коры для активации природных связующих, содержащихся в коре. Однако разработанные короплиты обладают только декоративными свойствами, они имеют физико-механические показатели, позволяющие использовать их как декоративные или теплоизоляционные.

Использование в качестве древесной составляющей специальной стружки и частиц коры в наружных слоях может обеспечить как прочностные, так и декоративные показатели плитного материала. Сложности разработки композита из древесных частиц и частиц коры обусловлены тем, что частицы имеют разные физико-механические показатели и плохо склеиваются друг с другом.

В пробковых клетках между прослойками суберина находится воск, обеспечивающий непроницаемость клеточных стенок для воды и газов [13]. С одной стороны, это уменьшает впитываемость связующего в частицы коры, с другой – затрудняет выход парагазовой смеси при прессовании материала.

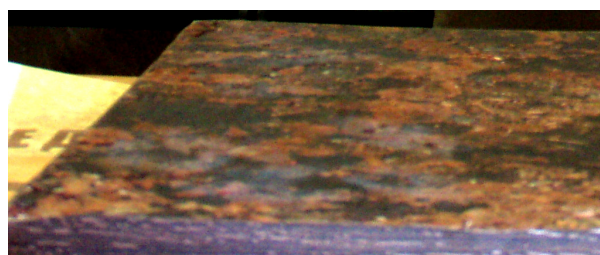
Используемое при производстве композита связующее должно нивелировать эти особенности целлюлозных материалов и быть достаточно дешевым, чтобы материал был конкурентоспособным.

В процессе прессования многофазная система, состоящая из древесины, коры, связующего, воды (в древесных частицах и связующем) и воздуха (в частицах древесины и коры и порах стружечного брикета) в результате сложных реакций, протекающих под действием температуры и давления, преобразуется в материал с совершенно иными физико-механическими свойствами. Свойства эти зависят от породы древесины, вида и количества дискретных древесных частиц (а, следовательно, и от плотности изготавливаемого материала), вида и количества связующего и его распределения между слоями, вида и количества используемых добавок, влажности и ее распределения по слоям, от степени сближения древесных частиц, вида адгезионного взаимодействия между древесиной и связующим [6].

На процессы структурообразования материала факторы влияют не обособлено, а во взаимосвязи, образуя синергические эффекты [11]. Часто эффекты взаимодействия факторов сопоставимы в численном выражении с воздействиями отдельных факторов.

Процесс образования материала основан на переходе связующего в неплавкое и нерастворимое состояние, при этом возникают адгезионные связи между отвержденным связующим и частицами коры и древесными частицами. Требуемые прочностные и другие эксплуатационные характеристики материала могут быть достигнуты путем сочетания высокой адгезионной прочности связующего и древесных частиц и частиц коры и необходимой пространственной структуры отвержденного связующего. Вид связующего определяет в числе прочих факторов эксплуатационные показатели материала [2, 5, 6, 7].

На кафедре МТД КГТУ были изготовлены декоративные древесно-стружечные плиты с наружными слоями из коры. В качестве связующего была использована карбомидоформальдегидная смола (КФС).



а
б
Рис. Плита с наружными слоями из коры: а – пробкового дерева; б – сосны

Результаты статистической обработки показателей плит с декоративным покрытием представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты статистической обработки показателей плит с наружными слоями из коры

Статистические характеристики	Предел прочности при изгибе σ_x , МПа	Разбухание ДСтП по толщине за 2 ч, %	Разбухание плит по толщине, %
Среднее арифметическое \bar{Y}	13,34	27,31	33,01
Среднее квадратическое отклонение S	1,56	1,45	1,44
Коэффициент вариации V	11,69	5,31	4,34

Плиты с наружными слоями с добавлением пробковой крошки декоративны, могут использоваться под прозрачную отделку. К их преимуществам можно отнести то, что плиты могут изготавливаться по технологии производства ДСтП промышленным способом. Однако их физико-механические показатели не полностью соответствуют требованиям, предъявляемым нормативной документацией к древесно-стружечным плитам. Изготовленные декоративные плиты с наружными слоями с добавлением частиц пробки имеют среднюю прочность при статическом изгибе, соответствующую прочности древесно-стружечных плит [3], но структура плит слабая, а разбухание по толщине за 24 ч. значительно превышает требования к данному показателю для ДСтП, даже для марки П-Б.

Анализ результатов обработки экспериментальных данных позволил сделать вывод, что использование КФС для производства плит с наружными слоями из коры не дает возможности создать композит с хорошим балансом физико-механических показателей. Для создания более прочной структуры композита можно использовать фенолоформальдегидное связующее (ФФС). Для оценки взаимосвязи показателей композиционных плит с наружными слоями из коры было проведено экспериментальное исследование (по полному факторному плану). Выходные величины: Y_1 – прочность плит при статическом изгибе, МПа; Y_2 – прочность плит на отрыв наружного слоя, МПа; Y_3 – разбухание плит по толщине за 24 ч пребывания в воде, %. Диапазоны варьирования факторов представлены в табл. 2. Результаты статистической обработки экспериментальных данных представлены в табл. 3.

Таблица 2

Диапазоны варьирования факторов

Наименование фактора	Обозначения уровней варьирования		Уровни варьирования			Интервал варьирования Δ_i
	Натуральные	Кодированные	-1	0	+1	
Температура прессования, °С	T	X_1	180	190	200	10
Продолжительность прессования, мин	τ'	X_2	0,5	0,55	0,6	0,05
Доля коры в наружных слоях, %	D_k	X_3	0,2	0,35	0,5	0,15

Таблица 3

План эксперимента и результаты обработки экспериментальных данных

№ опыта	X_1	X_2	X_3	\bar{Y}_1	S_1^2	\bar{Y}_2	S_2^2	\bar{Y}_3	S_3^2
1	+	+	+	12,88	0,208	0,85	0,331	30,24	34,975
2	-	+	+	13,5	0,144	0,64	0,075	20,87	44,223
3	+	-	+	11,68	13,191	0,4	0,020	19,33	50,481
4	-	-	+	14,52	7,656	0,41	0,011	24,88	103,083
5	+	+	-	15,93	0,026	0,69	0,058	32,53	21,725
6	-	+	-	20,59	4,219	0,96	0,102	21,65	79,317
7	+	-	-	13,24	0,077	0,95	0,134	18,05	24,295
8	-	-	-	16,58	0,982	1,11	0,022	23,09	25,745

По результатам статистической обработки экспериментальных данных были получены регрессионные математические модели показателей плит с наружными слоями из коры сосны (в кодированных обозначениях факторов):

$$Y_1 = 14,87 - 1,43X_1 + 0,86X_2 - 1,72X_3 + 0,11X_1X_2 + 0,57X_1X_3 - 0,82X_2X_3,$$

$$Y_2 = 0,75 - 0,03X_1 + 0,03X_2 - 0,18X_3 + 0,01X_1X_2 + 0,08X_1X_3 + 0,14X_2X_3,$$

$$Y_3 = 23,83 + 1,21X_1 + 2,49X_2 + 3,85X_1X_2 - 0,25X_1X_3 - 0,77X_2X_3.$$

Анализ регрессионных моделей и графических зависимостей позволил сделать следующие выводы:

- Доля коры в наружных слоях оказывает наибольшее влияние на прочность при статическом изгибе, следующий по значимости фактор – температура прессования.
- При возрастании температуры прессования и доли коры в наружных слоях прочность при статическом изгибе будет убывать, а при возрастании продолжительности прессования прочность при статическом изгибе будет возрастать, это объясняется тем что для ФФС требуется большая продолжительность прессования для углубления степени поликонденсации связующего.
- Эффект взаимодействия факторов «температура прессования» и «доля добавки коры» направлен на возрастание прочности при статическом изгибе, если эти факторы находятся одновременно на верхнем или нижнем уровнях, и убывание при других сочетаниях факторов.
- Эффект взаимодействия факторов «продолжительность прессования» и «доля добавки коры» направлен на убывание прочности при статическом изгибе, если эти факторы находятся одновременно на верхнем или нижнем уровнях.
- Доля коры в наружных слоях оказывает наибольшее влияние на прочность при отрыве наружного слоя, эффект взаимодействия факторов продолжительность прессования и доля коры в наружных слоях – второй по значимости фактор.
- При возрастании доли коры в наружных слоях и температуры прессования прочность при отрыве наружного слоя будет убывать, а при возрастании продолжительности прессования прочность при отрыве наружного слоя будет возрастать.
- При изменении доли коры в наружных слоях на 0,15 прочность при отрыве наружного слоя изменится на 0,18%. При максимальной доле добавки коры снижается прочность на отрыв наружных слоев.

Технологические рекомендации. При максимальном значении температуры прессования (для данного диапазона варьирования) и минимальной удельной продолжительности прессования прочность плит при статическом изгибе будет превышать 13 МПа, прочность при нормальном отрыве наружных слоев будет больше 0,8 МПа, разбухание по толщине будет менее 20 % (показатели, регламентируемые нормативной документацией – ГОСТ 10632–2007). Все три показателя будут обеспечиваться при минимальной доле добавки коры в наружные слои.

Результаты исследования позволяют рекомендовать следующее сочетание технологических факторов процесса производства плит с наружными слоями из коры: температура прессования $T=180^{\circ}\text{C}$ ($X_1 = -1$); удельная продолжительность прессования $\tau' = 0,5$ мин/мм ($X_2 = -1$); доля коры в наружных слоях $D_k = 0,2$ ($X_3 = -1$). При этом будут обеспечены следующие значения физико-механических показателей: прочность при статическом изгибе $\sigma_{и} = 16,91$ МПа; прочность при отрыве наружных слоев $\sigma_{отр} = 0,81$ МПа; разбухание по толщине за 24 ч $P_h = 20,13$ %.

К преимуществам данного направления использования коры можно отнести снижение выбросов в атмосферу от сжигания отходов окорки. Однако, следует отметить, что высокие эксплуатационные показатели достигаются только при использовании в качестве связующего ФФС, а это значительно увеличивает время прессования, а значит – и стоимость композитов.

Другим возможным направлением использования отходов окорки является добавление экстракта коры (предпочтительнее – коры ели) в качестве модифицирующей добавки к КФС при производстве древесно-стружечных плит. Суть направления работы – в инициации природных связующих, содержащихся в коре. В состав коры входят экстрактивные вещества, в числе которых \square танины (таннины), которые могут быть извлечены из древесины и коры путем экстракции водой или органическими растворителями.

Несмотря на то, что таннины, образующиеся в различных растениях, сильно отличаются друг от друга по химическому строению, все они имеют некоторые общие признаки. В молекулах всех растительных дубильных веществ, строение которых изучено, имеются фенольные соединения. В частности, в состав таннидов входят такие многоатомные фенолы, как пирокатехин, резорцин, гидрохинон, пирогаллол, флюороглуцин, а также фенолкарбоновые кислоты (галловая, эллаговая и др). Все таннины являются производными многоатомных фенолов, то есть полифенолами. Следовательно, можно встроить их в структуру связующего.

В исследовании были получены регрессионные модели показателей плит с добавкой экстракта коры. Исследование проводилось по В-плану второго порядка. Выходные величины в эксперименте: Y_1 – прочность плит при статическом изгибе $\sigma_{и}$, МПа; Y_2 – разбухание плит по толщине за 2 ч $P_{h\ 2\ ч}$, %; Y_3 – разбухание плит по толщине за 24 ч $P_{h\ 24\ ч}$, %. Регрессионные математические модели показателей плит (в кодированном обозначении факторов):

$$Y_1 = 17,958 + 1,891X_1 + 3,231X_2 + 1,358X_3 - 2,168X_1^2 + 0,887X_2^2 + 0,777X_3^2 + 0,608X_1X_2 + 0,544X_1X_3 + 0,390X_2X_3;$$

$$Y_2 = 16,128 + 1,000X_1 - 2,200X_2 + 0,800X_3 + 4,878X_1^2 + 0,878X_2^2 + 2,122X_3^2 - 0,5X_1X_2 - 0,75X_1X_3 + 0,500X_2X_3;$$

$$Y_3 = 19,714 + 0,713X_1 - 3,199X_2 + 0,832X_3 + 5,414X_1^2 + 0,524X_2^2 + 0,231X_3^2 - 0,211X_1X_2 - 0,109X_1X_3 + 0,824X_2X_3.$$

Анализ математических моделей позволил разработать технологические рекомендации для производства ДСтП с модифицирующей добавкой экстракта таннинов. Значения показателей, вычисленных по математическим моделям (при рекомендуемом сочетании факторов процесса производства): $\sigma_{и} = 13,86$ МПа, $P_{h\ 2\ ч} = 16,57$ %, $P_{h\ 24\ ч} = 23,7$ %. Результаты испытаний образцов, изготовленных по рекомендуемому режимам: $\sigma_{и} = 14,59$ МПа, $P_{h\ 2\ ч} = 17,05$ %, $P_{h\ 24\ ч} = 19,9$ %. Добавка экстракта таннинов позволяет уменьшить время прессования плит при сохранении необходимых эксплуатационных показателей ДСтП.

Таким образом, в данной работе предложены технологические разработки плит с наружными слоями из коры и с добавкой экстракта природных связующих, содержащихся в коре древесины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боровиков А.М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине / под ред. Б.Н. Уголева. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 296 с.
2. Вахнина Т.Н. Формирование свойств древесных плитных материалов для использования в строительных конструкциях // Строительные материалы. – 2009. – № 6. – С. 10–12.
3. ГОСТ 10632–2007. Плиты древесностружечные. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2007. – 12 с.
4. Древесные плиты: теория и практика: Десятая научно-практическая конференция. 21–22 марта 2007 г. – СПб.: СПбГЛТА, 2007. – 132 с.
5. Кондратьев В.П., Кондрашенко В.И. Синтетические клеи для древесных материалов. – М.: Научный мир, 2004. – 520 с.
6. Мелони Т. Современное производство древесностружечных и древесноволокнистых плит: пер. с англ. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 416 с.
7. Мельникова Л.В. Технология композиционных материалов из древесины. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: МГУЛ, 2004. – 234 с.

8. Передерий П. Ф. Современное состояние лесопромышленного комплекса России и концепция его развития в период до 2020 г. // Деревообрабатывающая промышленность, 2008. – № 3. – С. 2–6.
9. Состояние и перспективы развития лесопромышленного комплекса России в XXI веке: материалы III международного форума «Лес и человек». Рациональное использование лесных ресурсов. – М., 2006. – 124 с.
10. Титунин А.А., Каравайков В.М., Вахнина Т.Н. Эколого-экономические аспекты безотходных технологий переработки лесных ресурсов. – М.: Новые технологии, 2007. – 60 с.
11. Титунин А.А. Ресурсосбережение в деревообрабатывающей промышленности. Организационно-технические аспекты: монография. – Кострома: Изд-во Костромского гос. технол. ун-та, 2008. – 141 с.
12. Эльберт А.А. Химическая технология древесностружечных плит. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 224 с.
13. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М: МГУЛ, 2001. – 340 с.

УДК 674.815

ПРОИЗВОДСТВО ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ С ДОБАВКОЙ ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Т.Н. Вахнина,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.
t_vachnina@mail.ru.

А.А. Крылов, студ., ФГБОУ ВПО КГТУ

Рассмотрен вариант решения проблемы утилизации бытовых отходов полиэтиленовой тары. Предложен способ решения данной проблемы путем переработки отходов в древесно-полимерные композиционные плиты. В качестве метода исследования использован регрессионный анализ. Получены математические модели зависимостей прочности плит при статическом изгибе, разбухания по толщине за 2 ч и 24 ч от температуры прессования, удельной продолжительности прессования, фракционного размера добавляемых измельченных отходов полиэтиленовой тары.

Проблема переработки отходов полимерных материалов в настоящее время приобретает актуальное значение, как с позиций охраны окружающей среды, так и в связи с увеличивающимся дефицитом первичного полимерного сырья. Существуют различные способы решения данной проблемы: сжигание отходов, захоронение, добавка в небольших количествах к первичному полимерному сырью. Сжигание полимерной тары негативно влияет на экологию, в захоронениях отходы разлагаются в течение 50...100 лет, добавка отходов к первичному сырью ухудшает показатели полимера. В работе предлагается один из технически возможных вариантов решения проблемы – производство древесно-полимерных композитов, состоящих из древесных частиц и измельченных полиэтиленовых отходов с добавкой полимерного связующего.

Целью исследования является разработка структуры и технологических факторов процесса производства плитных композиционных материалов с добавкой бытовых полиэтиленовых отходов. Композиционные плиты могут использоваться как в мебельном производстве, так и в строительстве. Данные направления использования плитных материалов предъявляют определенные требования к эксплуатационным характеристикам плит, в числе которых – прочностные показатели и обеспечение необходимой степени водостойкости [4].

Из двух задач – обеспечения необходимой прочности и повышения водостойкости древесных композиционных плит, более сложной является задача снижения гигроскопичности материала. Гигроскопичность данного композита обуславливается древесной составляющей. В работе была выдвинута гипотеза, что для нового вида композита возможно повышение водостойкости путем технологических воздействий на полимерную составляющую плиты.

Полиэтилен имеет недостаточную механическую прочность, но это не может послужить препятствием к разработке древесно-полимерного композиционного материала, поскольку прочность будет обеспечиваться древесным наполнителем. Однако этот же древесный наполнитель одновременно является и носителем гидрофильных свойств [4, 6]. Одной из основных задач работы является обеспечение эксплуатационных показателей разрабатываемого материала, отвечающих требованиям нормативной документации, предъявляемым к композиционным плитным материалам. Ввиду отсутствия аналогов разрабатываемого материала. в качестве нормативной документации использовались требования, предъявляемые к древесно-стружечным плитам.

Являясь инертным наполнителем, полиэтилен не создаст прочную структуру с высокими физико-механическими показателями. Необходимо уменьшить размер мономерных звеньев, разрушив часть связей в макромолекуле механически (дроблением) или растворителем полимера. Механическое дробление является наиболее простым.

В исследованиях, проводимых на кафедре МТД КГТУ, проводится разработка древесно-полимерных композитов с использованием ФФС с добавкой измельченных отходов полиэтиленовой тары.

Можно использовать следующие возможности создания древесно-полимерного композита: с использованием фенолоформальдегидного связующего (ФФС), с использованием карбаминоформальдегидного связующего (КФС), без полимерного связующего по технологии древесных пластиков без связующего. Использование ФФС позволяет вести прессование при температуре, близкой к температурному интервалу плавления полиэтилена, что позволит создать прочную пространственную структуру [2].

Однако здесь возникают следующие проблемы: слишком низкая температура прессования не позволит расплавить полиэтиленовую крошку, слишком высокая приведет к термодеструкции древесной составляющей композита. Фотографии структуры композита, сделанные с помощью микроскопа МБС-10, представлены на рис. 1, 2.



Рис. 1. Структура композита с добавкой измельченных полиэтиленовых отходов (температура прессования 210 °С)

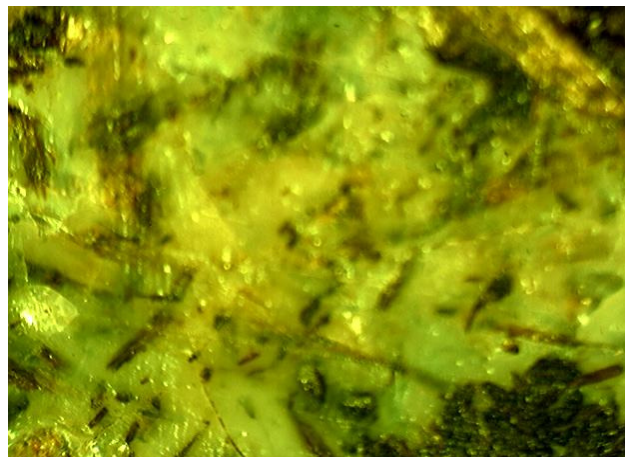


Рис. 2. Структура композита с добавкой измельченных полиэтиленовых отходов (температура прессования 270 °С)

Видно, что при температуре 210 °С частицы полиэтилена остаются нерасплавленными, композит имеет разбухание по толщине 25...28 % (сопоставимо с показателем для древесно-стружечных плит). Материал, изготовленный при температуре 270 °С (рис. 2), содержит полностью расплавленный полиэтилен и обугленные древесные частицы. Результаты его испытаний – высокая водостойкость, но низкая прочность при статическом изгибе. Для разработки рекомендаций по значениям факторов процесса производства композита было проведено экспериментальное исследование.

В качестве метода эксперимента был использован регрессионный анализ, в частности, В-план второго порядка. Выходные величины: Y_1 – прочность плит при статическом изгибе, МПа; Y_2 и Y_3 – разбухание плит по толщине за 2 ч и 24 ч пребывания в воде, %. Диапазоны варьирования факторов представлены в табл. 1, план эксперимента и результаты определения статистических показателей в точках плана – в табл. 2.

Таблица 1

Диапазоны варьирования факторов

Наименование фактора	Обозначение фактора		Уровни варьирования			Интервал варьирования, Δ_i
	Натуральное	Кодированное	-1	0	+1	
1. Температура прессования плит, °С	T	X_1	210	230	250	20
2. Удельная продолжительность прессования, мин/мм	τ'	X_2	0,45	0,525	0,6	0,075
3. Средний фракционный размер отходов, мм	p	X_3	1,15	1,725	2,3	0,575

В результате обработки экспериментальных данных получены регрессионные модели показателей композитов (в кодированных обозначениях факторов):

$$Y_1 = 18,647 - 2,034X_1 + 1,466X_2 - 1,706X_3 - 2,491X_1^2 + 0,669X_2^2 + 1,629X_3^2 + 0,34X_1X_2 + 0,337X_1X_3 - 0,05X_2X_3;$$

$$Y_2 = 9,92 - 2,147X_1 - 1,384X_2 + 3,819X_3 - 0,967X_1^2 - 0,462X_2^2 + 1,843X_3^2 + 0,341X_1X_2 - 0,514X_1X_3 - 0,226X_2X_3;$$

$$Y_3 = 15,136 - 3,696X_1 - 2,473X_2 + 3,961X_3 - 0,571X_1^2 - 0,496X_2^2 + 2,364X_3^2 + 1,138X_1X_2 + 0,875X_1X_3 - 0,29X_2X_3.$$

План эксперимента и результаты статистической обработки данных

№ опыта	X_1	X_2	X_3	\bar{Y}_1	S_1^2	\bar{Y}_2	S_2^2	\bar{Y}_3	S_3^2
1	+	+	+	17,9	3,03	9,84	1,68	14,67	2,93
2	-	+	+	18,88	1,38	14,91	1,16	19,58	1,66
3	+	-	+	11,48	2,39	13,1	2,85	20,17	1,72
4	-	-	+	17,24	4,64	18	4,87	26,92	3,74
5	+	+	-	19,75	5,34	4,9	1,02	7,034	1,62
6	-	+	-	25,5	2,88	6,38	1,87	12,73	1,32
7	+	-	-	16,55	4,32	5,56	2,34	8,66	1,54
8	-	-	-	20,24	5,2	9,94	0,63	21,62	2,55
9	+	0	0	14,07	3,05	6,13	1,22	11,24	1,34
10	-	0	0	18,23	1,69	11,77	2,11	17,88	1,4
11	0	+	0	18,38	3,15	7,82	0,53	13,95	1,34
12	0	-	0	20,24	5,66	11,09	1,56	15,32	1,21
13	0	0	+	20,01	1,69	16,32	0,96	21,65	5,96
14	0	0	-	20,53	5,03	7,2	2,48	13,34	2,52

Анализ графических зависимостей, построенных по данным регрессионным моделям, позволил сделать следующие выводы:

1. Прочность древесно-полимерных композитов изменяется с увеличением температуры прессования: вначале она незначительно растет, а затем наблюдается ее падение. В начале интервала варьирования температура достигает таких значений, когда измельченный полимер расплавляется и заполняет поры между древесными частицами, тем самым повышая прочность плиты. Однако температурные интервалы плавления полиэтилена и деструкции древесины находятся в одной области, поэтому при дальнейшем увеличении температуры увеличивается деструкция древесной составляющей композита, и прочностные показатели начинают снижаться.

2. При увеличении фракционного размера измельченной полиэтиленовой тары падает. Действует фактор уменьшения размера макромолекулы полиэтилена при механическом измельчении. Обрывки макромолекул имеют большую степень подвижности, это в сочетании с давлением прессования создает условия для сближения водорода полиэтилена и гидроксила целлюлозы, и формирования водородной связи.

3. Разбухание композитов по толщине как за 2 ч, так и за 24 ч значительно снижается с увеличением температуры прессования. Это объясняется влиянием температуры на полимерную составляющую композита. При более высокой температуре большая часть измельченных полимерных отходов расплавляется и закрывает поры композита и перерезанные сосуды древесных стружек, блокируя доступ воды.

Для обеспечения повышенной водостойкости плит и достаточной прочности при статическом изгибе рекомендуется:

- минимальный фракционный размер измельченных полиэтиленовых отходов, добавка их только в наружные слои композитов;

- вид синтетического связующего – фенолформальдегидная смола (расход связующего во внутренние слои – 9 %, в наружные – 13,5 %);

- удельное давление прессования – 5 МПа;

- температура прессования – 240 °С;

- удельная продолжительность прессования – 0,6 мин/мм.

Вычисленные по моделям значения показателей (при рекомендуемом сочетании факторов): прочность композитов при статическом изгибе – 22,5 МПа; разбухание по толщине за 2 ч – 5,4 %; разбухание по толщине за 24 ч – 8,1 %. Результаты испытаний плит, изготовленных по рекомендуемым режимам: прочность – 21,9 МПа; разбухание по толщине за 2 ч – 6,1 %; разбухание по толщине за 24 ч – 8,9 %.

Данное исследование взаимодействия факторов процесса производства древесно-полимерного композита с добавкой измельченных бытовых полиэтиленовых отходов дает возможность управления процессом структурообразования разрабатываемого плитного материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азаров В. И., Буров А.В., Оболенский А.В. Химия древесины и синтетических полимеров. – 2-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2010. – 624 с.
2. Вахнина Т.Н., Константинова И.С. Производство конструкционных древесно-полимерных композитов с добавкой измельченных бытовых полимерных отходов. – Вестник Костромского государственного технологического университета. – Кострома: КГТУ, 2012. – № 2(29). – С. 80–83.
3. Тагер А.А. Физикохимия полимеров. – М.: Химия, 1978. – 544 с.

4. Титунин А.А. Научные основы получения конкурентоспособных строительных материалов из низко- сортной древесины и древесных отходов: дис. ... докт. техн. наук. – Иваново: ИГАСУ, 2012. – 385 с.
5. Угрюмов С.А. Организационно-техническое обеспечение производства композиционных материалов на основе древесины и костры льна: монография. – Кострома: Изд-во Костромского гос. технол. ун-та, 20008. – 147 с.
6. Хрулев В.М., Машкин Н.А., Мальцев М.Г. Современные представления о структурообразовании древесных композиционных материалов // Композиционные строительные материалы. Теория и практика: тр. Междунар. конф. – Ч. 2. – Пенза: Приволжский дом знаний, 2000. – С. 138–140.

УДК 674.815

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ИЗ ВТОРИЧНО ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДРЕВЕСИНЫ (ВИД)

С.В. Гайда,

канд. техн. наук, доцент, НЛТУ Украины, г. Львов, Украина
gaida@e-mail.ua

Разработано технологию изготовления древесно-стружечных плит (ДСП) из ВИД, как дополнительного сырья. Предложено режимные параметры изготовления ДСП из ВИД, исходя из подготовленного сырья и коэффициента аннотометрии стружек. Проведен анализ свойств ДСП с различным содержанием ВИД. Получены адекватные регрессионные модели.

Ключевые слова: ВИД, стружка, ДСП, свойств, технологии, математические модели.

Актуальность. Сегодня переработка считается экологически чистым методом управления древесными отходами. Большая часть древесных отходов образуется из использованных мебельных изделий, которые, в основном, состоят из ДСП и других сконструированных деревянных предметов, т.е. материалов, которые могут быть использованы повторно [1]. Рост стоимости сырья, все более жесткие законы об утилизации отходов и жесткая конкуренция между производителями ДСП, привели к увеличению переработки вторично используемой древесины (ВИД). При сокращении расходов на первичное сырье в пределах от 40–70%, актуальной остается **проблема** использования любых источников ВИД в очищенном виде. Решение этого вопроса обеспечит заводы по производству ДСП дополнительным древесным ресурсом. ВИД имеет влажность около 20%, что, по сравнению с 60–70%-ной влажностью для первичной древесины (ПД), дает экономический смысл покупать подготовленную древесную щепу [2, 3]. Кроме того, она имеет длительный срок хранения и потребляет меньше энергии во время операций обработки. Технологические достижения в области оборудования для переработки древесины повысили эффективность её использования. Современные дробилки для древесины способны обрабатывать более 30 тонн в час. В настоящее время многое делается для обнаружения и удаления загрязнений с целью улучшения качества переработанной стружки.

Поэтому, разработка технологии ДСП из ВИД имеет **актуальное и практическое значение** исходя из экономических и экологических соображений. Есть преимущество, помимо очевидных, что ВИД будет устойчивой альтернативой использованию ПД. Рост стоимости сырья и эскалация конкуренции в качестве и цене плит обязывает и подгоняет руководителей заводов ДСП быстро внедрять разработанную инновационную технологию в производство.

Проблема исследования – разработка технологии изготовления ДСП из ВИД, как источника дополнительного сырьевого ресурса.

Цель исследования – научно-технологическое определение закономерностей влияния характеристик подготовленной ВИД и параметров разработанного технологического процесса ее переработки на свойства ДСП.

Объект исследования – ресурсосберегающая и экологобезопасная технология изготовления древесных плит из ВИД.

Предмет исследования – закономерности влияния характеристик подготовленной ВИД и параметров технологического процесса на свойства ДСП.

Задачи исследований:

- расчет объемов образования ВИД в Украине;
- экспериментальное исследование способов механической очистки ВИД;
- разработка технологии изготовления ДСП из ВИД;
- создание научно-технологических основ использования ВИД в плитном производстве;
- разработка практических рекомендаций для производства ДСП из ВИД.

Производственный потенциал ВИД в Украине. Уровень создания (накопления) ВИД рассчитывали от объема лесозаготовки в 2012 г. (12,18 млн т) в количестве 13%, что составило 1,58 млн т (табл. 1). Кроме того, в Украине ежегодно образуется в среднем 50–60 млн м³ твердых бытовых отходов (ТБО), где

часть ВИД составляет 2–4%. В 2012 г. образовалось 14 млн т ТБО, из которых 0,42 млн т (3%) ВИД [4]. Таким образом, в Украине в 2012 г. образовалось 2 млн т ВИД, при чём 50 % её количества пригодно для производства ДСП.

Таблица 1

Потенциал вторично используемой древесины в Украине [1]

Происхождение	Расчетный потенциал ВИД					
	2010		2011		2012	
	%	млн т	%	млн т	%	млн т
Торговля (тара, поддоны)	13,00	0,363	12,00	0,288	15,00	0,301
Строительные деревянные отходы	18,00	0,503	22,00	0,527	23,00	0,461
Деревообрабатывающая отрасль	7,00	0,196	6,00	0,144	6,00	0,120
Старые мебельные изделия	12,00	0,335	12,00	0,288	13,00	0,261
Муниципальные отходы	16,00	0,447	16,00	0,383	17,00	0,341
Твердые бытовые отходы	27,00	0,755	24,00	0,575	21,00	0,421
Другая ВИД	7,00	0,196	8,00	0,192	5,00	0,100
Всего ВИД	100,00	2,795	100,00	2,396	100,0	2,004

Технология ДСП из ВИД. Технологический процесс производства плит из ВИД включает два этапа: I – измельчение и очистка; II – прессование.

Технология подготовки щепы из ВИД. ВИД, которая будет использована для производства ДСП, перед входом в производственный процесс, подвергается некоторой степени сортировки и сегрегации. Сортировку, в основном, ведут визуально, но рекомендуется использовать тест-индикаторы или другие методы для обнаружения химических загрязняющих веществ. Уровень сегрегации и сортировки материала может варьироваться от места к месту и нет стандартной практики на месте складирования. Уровень нежелательного загрязнения материала, поступающего для обработки, в том числе, после предварительной сортировки и частично обработанной ВИД, не может быть определен точно. Установлено, что на практике, в зависимости от источника древесины и уровня сортировки, физические загрязнители, такие как гвозди и другие включения, будут присутствовать в большинстве ВИД, отправленной на переработку.

Уровень переработки в дальнейшем будет меняться в зависимости от того, насколько успешным в начальной стадии выполнялись разделения и сортировки. После сортировки и сегрегации ВИД принимается на складе и поступает в производственный процесс. Рекомендовано, после измельчения, физические загрязнения удалять с помощью различных средств, в том числе, магнитов для черных металлов и вихревых токов – для цветных металлов.

После чего отходы, полученные при переработке и изначально прошедшие сортирование, перерабатываются на щепу методами дробления. Это первый этап, который уменьшает и контролирует размер частиц, а также удаляет загрязнения больших размеров, в том числе, черных металлов. Этот процесс может быть описан как измельчение, скалывание, перемалывание, дробление.

Первоначальная цель заключается в создании основной фракции древесной щепы, которая подходит для подачи в общий поток в производстве ДСП. Предложено, что основным критерием для щепы принимать максимальный размер до 50 мм в любом измерении, исключая частицы размером до 5 мм.

Второй этап измельчения обычно необходим для достижения минимального размера щепы. Рекомендовано, во избежание поломок мельницы, проводить дальнейшую очистку, исключая из потока мелкую фракцию – пыль.

Сетевые экраны способны разделять основную щепу за различными размерами частиц. Если на заводе одна измельчающая машина, предложено сортировку щепы производить с помощью плоских экранов на три или четыре различных размера частиц, и также исключать фракции материала до 5 мм.

Для извлечения цветных металлов (алюминий, латунь, медь, нержавеющая сталь) рекомендовано вихретоковый сепаратор, как отдельное устройство. Это устройство, как правило, статическое с электрическим приводом. Современные мобильные шредеры имеют уже встроенный сепаратор цветных металлов.

Установлено, что отсортированная щепка из ВИД, первой и второй категории [1], характеризуется содержанием кондиционной фракции (не менее 80%) и соответствует требованиям к щепе ПС (ГОСТ 15815–83) [8].

Рекомендовано подготовленную щепу из ВИД после сушки, кондиционирования, охлаждения и кратковременного хранения отправлять на заводы ДСП.

Таким образом, разработано **технологии по измельчению и очистке ВИД**, которая должна иметь следующие операции и оборудование производственного процесса: для измельчения различной ВИД – мощный измельчитель – шредер; рубильную машину из сетчатым вкладышем для калибровки щепы; ленточный транспортер, линию подачи на измельчение, линию измельчения, для начального удаления металлов – металлоискатель, устройство для удаления тряпок и волокон, которые присутствуют в потоке частиц, оборудование для удаления легких загрязнений (бумага, нейлон, волокно и т.д.),

динамический классификатор для разделения некондиционной щепы (стружки), которая поступает на доизмельчение, бункеры для складирования и дозирования щепы, металлодетектор для повторного высокоэффективного удаления металлов, устройство сортировки на три фракции, циклон для гравиметрической очистки мелкой фракции, дисковый сепаратор для пневматической сортировки и удаления песка из мелкой фракции, а также для кинетической очистки микро- и макрощепы, магнитный конвейер для удаления цветных металлов (алюминий, медь, латунь и т.д.), дробилку для переработки накопленных бракованных частиц из всех отборщиков, а также системы аспирации и фильтрации пыли по всему оборудованию и транспортировки фракций к бункерам дозирования.

Типичный цех по производству ДСП, как показали проведённые экспериментальные исследования, может использовать очищенную и подготовленную стружку из ВИД в определённом количестве в объёме плиты.

Свойства стружек из ВИД. Важной характеристикой древесных частиц из ВИД является фракционный состав и размер стружек. Результаты исследований установлено, что содержание фракций ВИД практически не отличается от фракционного состава ПД (таблица 2), хотя количество пыли ВИД (фракция 1/0) в два раза больше. Анализ геометрических размеров стружки из ВИД показал, что коэффициент анизотропии (отношение длины к толщине) у них на 30% меньше, чем у ПД, и составил 23,2, что связано с особенностями дробления ВИД, но пребывает в пределах нормы – 20–40.

Таблица 2

Анализ фракционного состава (%) и коэффициентов анизотропии

Название	Содержание фракции / Значения коэффициентов анизотропии							
	-/10	10/7	7/5	5/3	3/2	2/1	1/0,5	0,5/0
ПД	0,5	2,3	2,6	32,1	28,9	20,6	10,6	2,4
ВИД	0,4	1,0	1,8	28,3	25,2	19,3	19,1	4,9
Коэфф. анизотропии ПД	23,75	28,74	42,26	39,44	38,78	33,41	25,63	–
Коэфф. анизотропии ВИД	21,54	23,08	23,37	29,41	28,33	20,37	16,20	–

Свойства ДСП из ВИД. При выборе критериев оценки результатов изготовления плит из ВИД необходимо учитывать технологическую и экономическую часть. Эти требования обусловлены тем, что плиты и ВИД должны соответствовать требованиям плит марки П-А ДСТУ 10632:2009, а их себестоимость не должна превышать себестоимости плит из ПД. На основе разработанной технологии проведен многофакторный эксперимент с использованием ПФП-2³ и реализовано матрицу планирования согласно методике эксперимента. Исследовано влияние содержания ВИД во внутреннем слое (P₁) и во внешних слоях (P₂) в диапазоне 20-100%, а также содержания клея (K) в диапазоне 7–16% на физико-механические свойства ДСП – прочность при статическом изгибе (σ_{из.}), при растяжении перпендикулярно к пласти плиты (σ_р) и разбухание по толщине (Δh) [5–7]. Получены адекватные математические модели зависимости показателей ДСП от трех переменных факторов:

$$\sigma_{из} = 8,145 - 0,00039 \cdot P_1 - 0,0053 \cdot P_2 + 0,729 \cdot K - 0,000016 \cdot P_1 \cdot P_2 - 0,00011 \cdot P_1 \cdot K - 0,00057 \cdot P_2 \cdot K;$$

$$\sigma_p = 0,442 - 0,00088 \cdot P_1 - 0,0015 \cdot P_2 + 0,014 \cdot K - 0,000004 \cdot P_1 \cdot P_2 + 0,00003 \cdot P_1 \cdot K + 0,00008 \cdot P_2 \cdot K;$$

$$\Delta h = 19,37 - 0,0021 \cdot P_1 - 0,0031 \cdot P_2 - 0,288 \cdot K + 0,000016 \cdot P_1 \cdot P_2 - 0,000076 \cdot P_1 \cdot K - 0,00022 \cdot P_2 \cdot K;$$

Выводы и рекомендации:

1. Установлено, что ВИД является значительным ресурсом древесины и существенным дополнением к основному сырью в производстве ДСП.

2. Разработано технологию изготовления ДСП с использованием ВИД. Предложено в новой технологии ввести участок по подготовке ВИД, который включает: сортировку по загрязнению, за породой, за конструкционными материалами и др.; изъятие цветных и черных металлов, пластмасс и др.; очистку от включений и различных примесей, включая вещества защиты древесины.

3. Предложено, что пригодную для изготовления ДСП ВИД необходимо очищать способами: поверхностным – модернизированными станками (щеточным, фрезерным, иглофрезерным, шлифовальным, пескоструйным, лепестковым); внутренним – специальным оборудованием (воздушным сепаратором, вибрационным фидером, воздушным очистителем, магнитным ленточным транспортёром, металлодетектором, динамическим решетом и др.).

4. Исследовано, что стружка из ВИД, если она получена на типичном оборудовании, по геометрическим размерам, форме и фракционному составу не существенно отличается от стружки из ПД. Доказано, что увеличенное содержание мелкой фракции (1/0) в стружке ВИД при добавлении в ковер плиты в количестве до 20% вызывает рост показателей механических свойств ДСП.

5. Установлено, что коэффициент анизотропии стружек позволяет предвидеть и прогнозировать показатели прочности плит из ВИД.

6. Получены адекватные математические модели зависимости физико-механических показателей ДСП от содержания ВИД и клея в каждом из слоев.

7. Установлено, что при плотности 700 кг/м^3 плиты из ВИД (100%) имели, в зависимости от содержания ВИД (20-100%) и расхода клея, на 8-10% меньшую прочность при статическом изгибе и на 12-32% меньше – при растяжении перпендикулярно к пласти плиты, чем из содержанием ВИД 20%, и при этом, отвечали требованиям к плитам марки П-А ДСТУ 10632:2009 «Плиты древесностружечные. Технические условия».

8. Определено, что рациональным условиям изготовления плит стандартного качества (ДСТУ 10632:2009) соответствуют: для плит марки П-А (13 МПа) – содержание ВИД в плите во внутреннем и внешних слоях может составлять до 60% при среднем расходе клея 11,5%; для плит марки П-Б (11,5 МПа) – содержание ВИД во внутреннем – до 100%, а во внешних слоях – 80–100% при расходе клея во внутреннем слое – 7–8%, во внешних слоях – 10–11%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Gayda S.V. Potential of post-consumer recovered wood and possible ways of it using in Ukraine // Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. Collection of scientific and technical works. – Lviv: UNFU. – 2009, pub. 35. – P. 63–84.
2. Gayda S.V. From recycled post-consumer wood towards prime quality particleboard // Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. Collection of scientific and technical works. – Lviv: UNFU. – 2010, pub. 36. – P. 57–77.
3. Gayda S.V. The investigation of physical and mechanical properties of wood particleboards made from post-consumer wood // Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. Collection of scientific and technical works. – Lviv: UNFU. – 2011, pub. 37.2. – P. 129–136.
4. Гайда С.В. Технологические решения с переработки вторично используемой древесины // Материалы I Международной научно-практической конференции «Формирование нового мировоззрения как основа стратегии устойчивого развития» (14–16 марта 2013 г.). – Львов: РВВ НЛТУ Украины, 2013. – 222 с.
5. ДСТУ ГОСТ 10632:2009. Плиты древесностружечные. Технические условия (ГОСТ 10632–2007, ИДТ) – [Введен 2010-04-01]. – Киев: Госпотребстандарт Украины. – 2009. – 17 с.
6. ГОСТ 10635–88. Плиты древесностружечные. Методы определения предела прочности и модуля упругости при изгибе. – М.: Изд. стандартов.– 1990. – 4 с.
7. ГОСТ 10636–90. Плиты древесностружечные. Методы определения предела прочности при растяжении перпендикулярно к пласти плиты. – М.: Изд. стандартов.– 1992. – 4 с.
8. ГОСТ 15815–83. Щеп технологическая. – М.: Изд. стандартов.– 1985. – 16 с.

УДК 674.04

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ ЖИДКОСТЬЮ

Н.В. Губанова,

аспирант кафедры древесиноведения, Воронежская государственная лесотехническая академия, Россия
Gubanova@freemail.ru

На базе технических характеристик жидких модификаторов, с учетом современных способов введения в древесину жидкости смоделирован процесс пропитки древесины, имея в конечном результате либо изменение структуры древесины, либо требуемое содержание модификаторов в древесине.

В настоящее время в области использования древесины на первый план выдвигаются задачи получения материалов из древесины с заданными свойствами, поскольку древесина является единственным природным возобновляемым материалом. Модифицированная древесина является полноценным заменителем древесины твердых лиственных и экзотических пород, пластмасс, черных и цветных металлов при изготовлении подшипников скольжения. Получение материалов для подшипников скольжения состоит из ряда последовательных стадий, важнейшей из которых является пропитка древесины мягких лиственных и хвойных пород антифрикционными составами.

Целью данной работы явилось изучение механизма проникновения жидкости в древесину и установление влияния основных параметров процесса пропитки (температура, давление) на эффективность пропитки.

В работе использована общепринятая стратегия теоретического исследования, которое состоит из следующих этапов:

- проверка работоспособности модели;
- изучение стадий и механизма пропитки древесины хвойных и лиственных пород;
- изучение влияния каждого из параметров на эффективность пропитки (при фиксированных значениях остальных параметров);
- оптимизация параметров процесса пропитки и пропитываемой жидкости.

Для проверки работоспособности модели пропитки древесины были проведены компьютерные эксперименты с моделью, в процессе которых жидкость двигалась по сосудам древесины, перетекая из сосуда в сосуд по порам. Таким образом, происходящие в модели процессы хорошо согласуются с представлениями о механизме пропитки древесины.

Так как фрагмент древесины в модели имеет незначительную протяженность вдоль направления пропитки (порядка 100 мкм), модель наиболее точно позволяет исследовать начальные стадии пропитки.

Анализируя процесс можно убедиться, что с увеличением диаметра сосуда d_C жидкость движется быстрее, при этом зависимость приблизительно следующая $v_{ж} = v_0 + \beta\sqrt{d_C}$, где $v_{ж}$ – скорость движения жидкости; v_0 – скорость движения жидкости в самом малом сосуде; β – коэффициент пропорциональности.

Несмотря на то, что положение фронта жидкости в сосуде зависит от диаметра сосуда, масса жидкости, находящейся в сосудах, практически не зависит от диаметра сосуда (за исключением очень малых диаметров сосудов поздней зоны). По-видимому, чем меньше диаметр сосуда, тем больше давление в нем.

Анализ профилей концентрации жидкости вдоль направления пропитки (рис. 1) показывает, что, даже, несмотря на то, что постепенно фрагмент древесины заполняется жидкостью, массовая концентрация жидкости уменьшается в направлении пропитки по приблизительно линейному закону.

При движении жидкости, вблизи фронта жидкости, существуют несколько характерных давлений (рис. 2). Первое характерное давление P_1 (самое малое) заставляет жидкость двигаться свободно вдоль сосуда. Второе характерное давление P_2 заставляет жидкость протекать через поры.

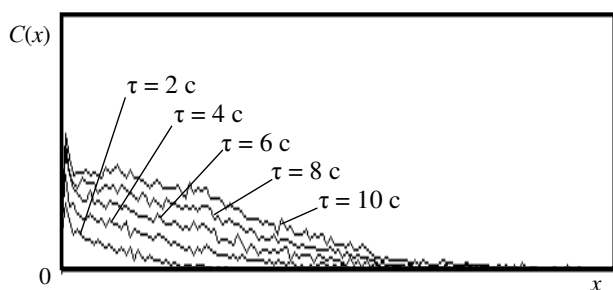


Рис. 1. Изменение концентрации пропитывающей жидкости вдоль модельного фрагмента сосны с течением времени

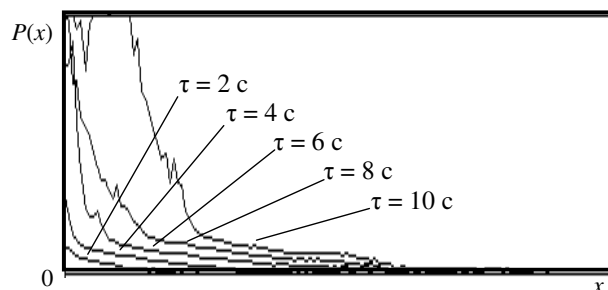


Рис. 2. Изменение давления пропитывающей жидкости вдоль модельного фрагмента сосны с течением времени

Лиственные породы древесины имеют другую микроскопическую структуру, поэтому пропитка древесины лиственных пород происходит несколько по-другому.

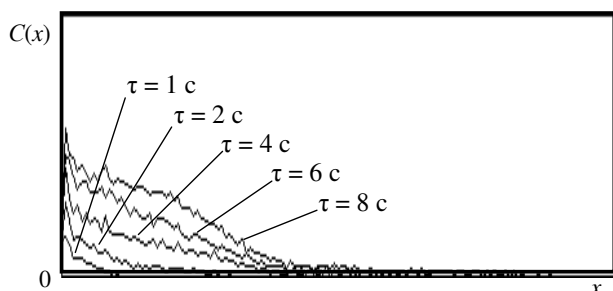


Рис. 3. Изменение концентрации пропитывающей жидкости вдоль модельного фрагмента дуба с течением времени

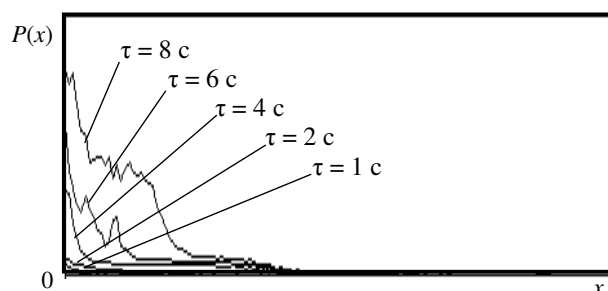


Рис. 4. Изменение давления пропитывающей жидкости вдоль модельного фрагмента дуба с течением времени

На основе модели определим влияние температуры пропитывающей жидкости на эффективность пропитки. С увеличением температуры увеличивается пропускание жидкости через поры и лестничную перфорацию, однако, скорость движения вдоль сосудов практически не изменяется. В целом же, за счет улучшения пропускания через малые отверстия, увеличение температуры пропитывающей жидкости увеличивает скорость пропитки древесины.

По итогам работы можно сделать следующие выводы:

1. При моделировании процесса пропитки древесины хвойных пород (сосны) жидкость распространяется по сосудам, перетекая из сосуда в параллельные сосуды через окаймленные поры.
2. При моделировании процесса пропитки древесины лиственных пород (дуба) жидкость распространяется в основном по крупным сосудам ранней зоны, перетекая из сосуда в сосуд через поры и лестничную перфорацию.
3. При пропитке сосны около 85 % жидкости движется вдоль сосудов, а оставшиеся 15 % переходят в соседние незаполненные сосуды.

4. При движении жидкости, вблизи фронта жидкости, существуют несколько характерных давлений. Первое характерное давление P_1 (самое малое) заставляет жидкость двигаться свободно вдоль сосуда. Второе характерное давление P_2 заставляет жидкость протекать через поры.

5. С увеличением температуры пропитывающей жидкости увеличивается скорость пропитки древесины.

6. При одном и том же потоке подаваемой жидкости давление в зоне подачи существенно снижается с увеличением температуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике : в 2 т. Т. 2. – М.: Мир, 1990. – 400 с.
2. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: учеб. пособие для студ. вузов. – М.: Высш. шк., 1998. – 319 с.
3. Хеерман Д.В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике. – М.: Наука, 1990. – 176 с.
4. Шамаев В.А. Модифицирование древесины: учеб. пособие для студ. вузов. – Воронеж: ВГЛТА, 2005. – 197 с.
5. Шамаев В.А. Подшипники скольжения из модифицированной древесины // Вестник машиностроения. – 2010. – № 7. – С. 62–68.

УДК 674.04

СОЗДАНИЕ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ТЕРМИЧЕСКИ ОБРАБОТАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Р.В. Данилова,

аспирант, ФГБОУ ВПО КНИТУ, г. Казань, РФ.
reginka.danilova@mail.ru

В статье представлена технология термомодифицирования древесных частиц в среде инертных газов, показана схема ведения процесса. Основная задача предложенной технологии – улучшение эксплуатационных характеристик древесно-полимерного композиционного материала.

Древесно-полимерные композиционные материалы (ДПКМ), в последнее время пользуются особым вниманием у инвесторов и производителей. Производство экструзионных древесно-полимерных композитов является одним из наиболее перспективных в области рационального использования отходов лесопиления, мебельного и деревообрабатывающего производств, использования низкосортной древесины, растительных целлюлозосодержащих отходов и вторичных пластмасс для переработки в высококачественные профильные детали для широкого спектра применений, включая строительство и мебель.

Однако предлагаемые большинством производителей древесно-полимерные композиты подвержены короблению, истиранию и ухудшению внешнего вида в процессе эксплуатации в обычных условиях, поэтому производители не отрицают, что срок службы ДПКМ составляет не более 4 лет, что, безусловно, не удовлетворяет условиям рынка, учитывая высокую стоимость данных изделий.

Предложенная нами новая технология термического модифицирования древесного наполнителя позволяет увеличить срок службы ДПКМ за счет повышения таких эксплуатационных характеристик, как формоустойчивость и стойкость к биоповреждениям.

Термомодифицирование древесного сыпучего сырья в среде топочных газов проводят в аппарате термомодифицирования барабанного типа, внутри которого расположены лопатки и оснащенного термоэлектрическими нагревателями. Выбор камеры барабанного типа объясняется тем, что процессы тепло- и массообмена протекают в них достаточно интенсивно и экономично благодаря хорошему контакту между обрабатываемым сыпучим материалом и газообразным агентом, а также благодаря возможности использования высоких температур газов при параллельном движении их с материалом. Основными достоинствами барабанных аппаратов являются: большая единичная производительность, простота конструкции и эксплуатации, возможность высокой степени механизации и автоматизации процесса.

Процесс термической обработки древесного сыпучего сырья является непрерывным. Стадия нагревания древесного сырья характеризуется процессами теплопереноса по всей толщине материала за счет разности значений температур в поверхностных и внутренних слоях материала. Попадая в аппарат, материал нагревается, происходит термическое разложение компонентов древесины (лигнина, целлюлозы, гемицеллюлозы). В результате продукты разложения выходят из древесины в среду аппарата, тем самым выделяя тепло. Таким образом, температура в аппарате изменяется по длине. Схема процесса термического модифицирования древесного сыпучего сырья показана на рис.

Стадия нагревания древесного сырья характеризуется процессами теплопереноса по всей толщине материала за счет разности значений температур в поверхностных и внутренних слоях материала.

В процессе нагревания материала происходит теплообмен с потоком теплоносителя. Несмотря на то, что способ термической обработки материала является конвективным, подвод тепла в завале характеризуется контактным методом термической обработки.

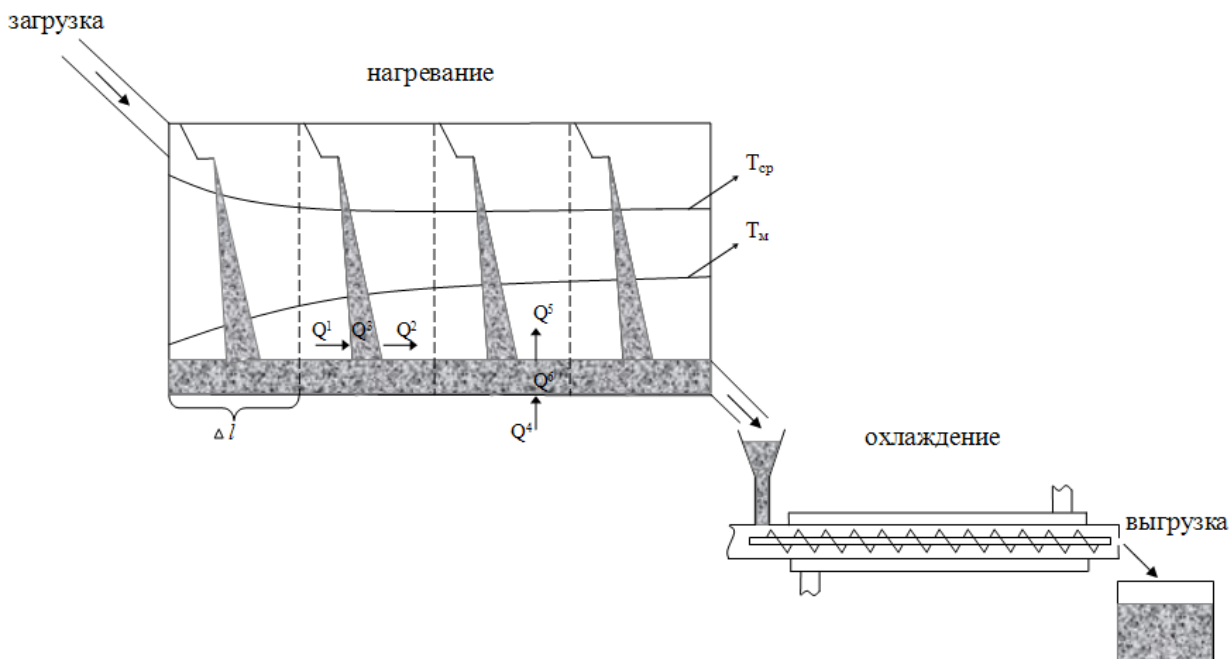


Рис. Схема процесса термического модифицирования древесных частиц

Благодаря вращению аппарата и лопаткам внутри камеры, древесное сырье постоянно перемешивается, что позволяет провести равномерную термическую обработку материала. Объем частиц, находящихся в лопатке, определяется формой и размером лопаток.

В результате теплового контакта материала с горячими стенками и лопастями барабана появляется слой высушенного материала, толщина которого постепенно растет. А в высушенном состоянии дисперсный материал по теплопроводным свойствам не так уж далек от свойств теплоизоляционных материалов. С этим связано то, что основное сопротивление теплопередаче сосредоточено в зоне материала, контактирующего с теплоотдающей поверхностью.

Пересыпание части материала в барабане происходит сверху с одной лопасти на другую или на слой материала, находящийся в нижней части барабана, остальной же материал остается неподвижным, т.е. лежит на нагретой поверхности. В зоне контакта этого материала с поверхностью происходит передача теплоты и за счет этого термомодифицирование пристенного слоя. Все частицы материала этого слоя находятся в контакте с нагретыми элементами барабана до следующего цикла пересыпания. Для процессов теплообмена в барабанных камерах это время оказывается довольно малым по сравнению со временем пребывания материала в барабане, что дает возможность принять положения теории кратковременного контакта для математического описания теплопередачи внутри слоя.

При достижении необходимой степени термомодифицирования производят выгрузку материала из аппарата в экструдер, где происходит стадия охлаждения обработанного сырья.

Охлаждение является шнековым и осуществляется следующим образом. После стадии нагревания древесное сырье отправляется в экструдер, который окружен рубашкой с водяным охлаждением, при помощи которого обработанное сырье охлаждается. Количество воды, необходимое для охлаждения обработанного сырья, контролируется расходомером. Температура древесного сырья до и после охлаждения определяется при помощи термомпары. Таким образом, получаем две температуры воды на входе и на выходе. После стадии охлаждения производят выгрузку материала.

Для получения готового древесно-полимерного композита, модифицированное древесное сырье после обработки доизмельчают до состояния муки и далее смешивают с ПВХ или ПВД в определенной пропорции и осуществляют формование.

Данная технология обеспечивает максимально полное использование древесных ресурсов, экономии полимерных материалов на 40 % по сравнению с существующими и создание нового рынка высококачественных древесных продуктов с высокой добавленной стоимостью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сафин Р.Р., Белякова Е.А., Разумов Е.Ю. Разработка новой технологии получения термодревесины // Вестник Казан. технол. ун-та. – 2011. – № 1. – С. 157–162.
2. Хасаншин Р.Р., Данилова Р.В. Предварительная термическая обработка древесного наполнителя в производстве ДПКМ // Вестник Казан. технол. ун-та. – 2012. – Т. 15, №7. – С. 62–63.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ДЕКОРИРОВАНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Н.И. Карсакова, магистрант,

И.П. Демипрова, канд. биол. наук, доцент,
ФГБОУ ВПО ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.
kozhevnikova.1991@mail.ru

В статье рассматривается композиционный материал на основе измельченной древесины, показаны физико-механические показатели композиционного материала и проведена статистическая обработка результатов эксперимента.

На сегодняшний день остро встает проблема комплексного подхода к рациональному использованию древесины.

При механической обработке древесины наряду с кусковыми (твердыми) отходами образуется значительное количество так называемых мягких отходов, к которым относятся станочная стружка и опилки. Объем опилок в лесопилении составляет, как правило, 11–12% объема распиливаемых бревен. То обстоятельство, что для производства композиционных материалов используются частицы (опилки, стружка, пыль и т.д.), позволяет отнести производство такого рода материалов к весьма прогрессивным и экономически выгодным. Экологическая и экономическая целесообразность и необходимость использования отходов в качестве сырья доказана многолетней практикой во многих странах мира.

Одним из перспективных направлений переработки мягких отходов является изготовление композиционных материалов, способных заменить массивную древесину или другие отделочные материалы, например, гипс, а именно гипсовую лепнину. К положительным свойствам гипса можно отнести его экологичность, хорошие тепло-физические качества, такие как термо и звукоизоляция, а также формуемость т.е. способность при отливке каких-либо элементов заполнять мельчайшие рельефы, что позволяет приобретать декор самых сложных форм.

Целью исследовательской работы является получение композиционного материала на основе измельченной древесины и гипса для изготовления потолочных накладных декоративных элементов.

Для достижения цели были выполнены следующие задачи: анализ композиционных материалов используемых для декорирования ограждающих элементов интерьера, анализ состава композиционных материалов, которые можно получить на основе имеющихся древесных отходов, анализ способности композиционного материала принимать заданную форму (формуемость).

В рамках эксперимента были изготовлены и испытаны образцы в количестве из гипсоопилочного бетона трех рецептур, в составе первого наполнителем служил липовый опил, второго – березовый опил и третьего – сосновый опил.

Гипсоопилочная масса была приготовлена в условиях лаборатории кафедры ДОП в следующем порядке: подготовка компонентов, смешивание компонентов, формование, твердение образцов.

В ходе исследований были изготовлены образцы – шашки следующим образом: в подготовленную смесь строительного гипса и высушенных хвойных и лиственных опилок добавлялась вода вместе с раствором клея и перемешивалась. Соотношение всех элементов смеси были одинаковы. Готовая смесь укладывалась в формы и подпрессовывалась. Твердение образцов проходило в естественных условиях на протяжении 5–7 дней.

У данных образцов определяли: предел прочности на сжатие, твердость и плотность композиционного материала, водопоглощение образцов, объемное разбухание образцов. Также была проведена статистическая обработка результатов эксперимента, которая представлена в таблице.

Таблица

Статистическая обработка результатов эксперимента

Показатель	Плотность композиционного материала ρ , кг/м ³			Предел прочности на сжатие $\sigma_{сж}$, МПа			Твёрдость Н, МПа		
	Липа	Береза	Сосна	Липа	Береза	Сосна	Липа	Береза	Сосна
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Среднее	505,797	519,647	434,891	1,449	1,517	1,091	12,479	1167,39	10,986
Стандартная ошибка	9,753	13,259	10,511	0,023	0,017	0,048	1,802	127,53	1,072
Медиана	501,987	523,322	428,135	1,449	1,517	1,096	12,479	1167,39	10,986
Стандартное отклонение	25,806	35,081	27,810	0,032	0,023	0,068	2,549	180,354	1,516
Дисперсия выборки	665,957	1230,70	773,406	0,001	0,001	0,005	6,499	32527,8	2,298
Минимум	465,503	465,448	405,673	1,425	1,500	1,048	10,676	1039,86	9,914
Максимум	542,212	570,902	494,413	1,472	1,533	1,144	14,282	1294,92	12,058

Проанализировав физико-механические показатели образцов в зависимости от их состава, можно сделать вывод, что наилучшими свойствами обладают образцы композиционного материала, в состав которых входят березовые опилки.

Таким образом, в результате эксперимента получен экологически чистый доступный материал, который может быть использован для изготовления элементов декора как для корпусной мебели, так и для архитектурных элементов помещений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мельникова Л.В. Технология композиционных материалов из древесины. – М.: МГУЛ, 1999. – С. 226.
2. Демитрова И.П. Технология композиционных материалов из древесины. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. – С. 42.

УДК 66.013

РАЗРАБОТКА ЖЕСТКИХ ДРЕВЕСНО-НАПОЛНЕННЫХ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ

Л.И. Левашко,

аспирант, ФГБОУ ВПО «КНИТУ», г. Казань, РФ
lidilev@yandex.ru

В статье рассматривается технология получения жёстких древесно-наполненных пенополиуретанов, которые можно использовать для теплоизоляции внешних фасадов зданий и сооружений. Данная технология позволяет экономить дорогостоящий пенополиуретан.

В лесном комплексе неизбежно образуются древесные отходы. Отходы, образующиеся на этапах от заготовки древесины до получения готовой продукции, по некоторым оценкам, составляют около 55 % от общего количества древесины. 60 % от этого количества используется в других отраслях, следовательно, около 30 % к массе заготовленной древесины составляют неиспользованные отходы.

Таким образом, производство теплоизоляционных материалов из отходов лесопромышленного комплекса позволит не только увеличить выпуск таких материалов и изделий, но и частично решить еще одну проблему – утилизацию невостребованных древесных отходов [1, 2].

Производство жёстких древесно-наполненных пенополиуретанов, представляющий собой теплоизоляционный материал осуществлялось согласно ГОСТ 16381–77, в соответствии с которым образцы должны обладать теплопроводностью не более 0,175 Вт/(м·К) и иметь плотность не более 500 кг/м³ [3].

Способ получения жёстких древесно-наполненных пенополиуретанов основан на смешении древесных опилок размерами 4 ± 2 мм, которые предварительно подвергают паровой обработке при температуре, равной 250 °С, с полиолом, включающий простой полиэфир на основе окиси пропилена, оксипропилэтилендиамин, диметилэтаноламин, оксиалкиленорганосилоксановый блоксополимер, трихлорэтилфосфат. Затем в смесь вводят полиизоцианат.

После перемешивания компонентов композиционную массу направляют в форму и выдерживают 15–20 мин.

Особенность технологии заключается в том, что осуществлялось варьирование содержания древесных опилок. Кроме того, из состава полиола была удалена вода за счёт того, что на первой стадии

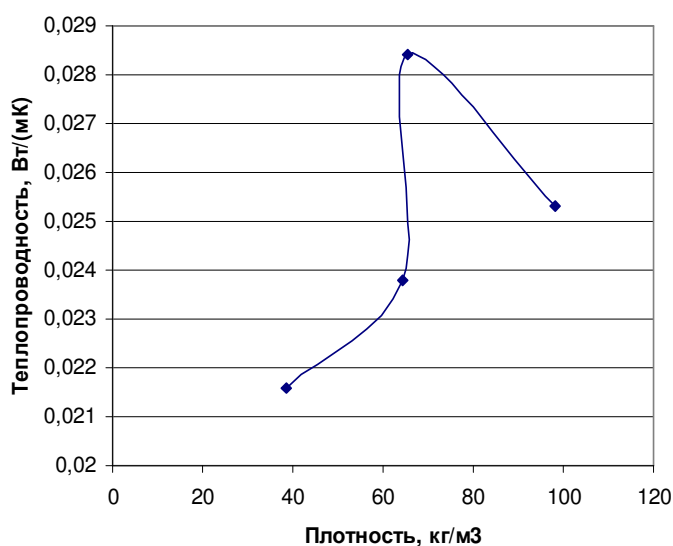


Рис. 1. Зависимость теплопроводности от плотности полученного композита

производства происходит паровая обработка. Влажность древесных отходов, применяемых в производстве таких жестких древесно наполненных пенополиуретанов должна доводиться до некоторого среднего значения. Поскольку при влажности выше 16 % вода затрудняет проникновение в древесину вводимых в неё связующих или других ингредиентов. А при влажности ниже 4–5% вода образует в древесине тонкие плёнки ничтожно малой толщины и приближается по свойствам к твёрдому телу. В этом состоянии древесина становится хрупкой, легко разрушается.

Наилучший результат по теплопроводности и плотности получен при содержании опилок от 20–25 % (рис.1, табл.) [4].

Таблица

Свойства древесно-полимерного композита

Содержание опилок	20	21	22	23	24	25
Теплопроводность, Вт/(м°К)	0,0213	0,0216	0,0221	0,0228	0,0230	0,0238
Плотность, кг/м ³	37,42	38,50	40,66	45,89	54,98	64,25
Водопоглощение, %	7	9,5	12	14	17	20,5

Одним из важных параметров является адгезия. При содержании древесных опилок в диапазоне от 20 до 25 % замечено наилучшее сцепление древесных опилок с пенополиуретаном рис. 2, что нельзя сказать о содержании древесных опилок в диапазоне 30–35 % рис. 3. А также на качество адгезии влияет размер древесных опилок, оптимальным размером является 4 ± 2 мм. Если древесные отходы превышают указанный размер, то качество сцепления ухудшается и происходит выпадение опилок из материала рис. 4.



Рис. 2. Микроструктура древесно-полимерного композита 20–25 % опилок



Рис. 3. Микроструктура древесно-полимерного композита 30–35 % опилок



Рис. 4. Ухудшение адгезии

Таким образом, можно сделать вывод, что теплоизоляционный материал представляющий собой древесно-наполненный пенополиуретан с содержанием опилок 20–25 % имеет пониженную теплопроводность и плотность, что говорит о хороших свойствах материала как теплоизолятора. Предлагаемый теплоизоляционный материал на основе древесных опилок и пенополиуретана может быть рекомендован для применения в качестве теплоизоляционного материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сафин Р.Г., Сафин Р.Р. Перспективы развития лесопромышленного комплекса Республики Татарстан на базе научных разработок кафедр лесотехнического профиля КНИТУ // Деревообрабатывающая промышленность. – 2012. – № 3 – С. 22–27.
2. Игнатъева Г.И., Левашко Л.И., Байгильдеева Е.И. Получение поризованного арболита из отходов деревообработки // Деревообрабатывающая промышленность. – 2012. – № 4. – С. 6–8.
3. ГОСТ 16381–77. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. – Взамен ГОСТ 16381–70; введ. 1977-07-01. – М., 1979. – С. 4.
4. Изучение свойств теплоизоляционных материалов на основе отходов деревообработки / Г.И. Игнатъева, Ф.М.Филиппова, Л.И. Левашко, Е.И. Байгильдеева // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – №2. – С. 79–82.

УДК 674.816.3

ПАРАФИНОВЫЕ ЭМУЛЬСИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Г.П. Плотникова,

канд.техн.наук, доцент, ФГБОУ ВПО «БрГУ», г. Братск, РФ,
angara-galina-pavlovna@mail.ru

Н.П. Плотников,

канд.техн.наук, доцент, ФГБОУ ВПО «БрГУ», г. Братск, РФ,
n-plotnikov@mail.ru

Разработан состав модифицированной парафиновой эмульсии, в молекуле которой появляются реакционноспособные функциональные группы, способные к взаимодействию с древесным веществом и группами смолы.

Общеизвестными композитами в деревообработке являются древесностружечные плиты (ДСтП), изготавливаемые, в основном, из отходов лесопильных и деревообрабатывающих производств.

Одним из главных недостатков древесностружечных плит является их низкая водостойкость, что ограничивает их применение для мебели в ванных комнатах и кухонь.

Для повышения водостойкости древесностружечных плит применяют парафин, который вводят в состав связующего в виде эмульсии. В чистом виде парафин содержит только неполярные группы, вода же является сильно полярной жидкостью, поэтому при смачивании ею парафина капиллярного притяжения не возникает, краевой угол $\approx 90^\circ$. Парафин является инертным веществом в составе пресс-композиции древесностружечных плит. Соответственно, с течением времени в его пленке образуются трещины, через которые вода проникает к лиофильным гидроксилам древесины, при этом, краевой угол смачивания, образуемый водой с его пленкой, постепенно уменьшается, разбухание плиты происходит с запозданием. Кроме того, известно, что использование парафина снижает прочность древесностружечных плит при растяжении перпендикулярно пласти.

Нами предпринята попытка модификации парафиновых эмульсий буроугольным воском. Выбор его обоснован наличием реакционноспособных функциональных групп (ОН, СООН, COOR), а также химическими и поверхностно-активными свойствами, т.е. способностью изменять природу твердой поверхности [1]. Кроме того, известно, что парафин хорошо сплавляется с буроугольным воском при температуре 100–110 °С, модельные соединения на основе сплавления его с парафином и стеарином широко используются в механике.

Буроугольный воск (нем. Montanwachs, от montan – горный и Wachs – воск) представляет собой однородную массу темно-бурого цвета, служит основным заменителем стеарина в создании модельных составов, обладает высокой прочностью и твердостью, значительной хрупкостью, способствует образованию твердой блестящей поверхности модели.

Физико-технологические свойства составов эмульсий при замене части парафина буроугольным воском исследовали в соответствии с методиками ГУ 2221-870-55778270–2009 [2] путем анализа их вязкости, рН, времени отверждения смолы с вводимой эмульсией.

Вязкость всех эмульсий определялась с помощью вискозиметра ВЗ-246, водородный показатель (рН) – с помощью рН-метра марки РНС-25С.

Изменения физико-технологических свойств эмульсий от составов эмульсий представлены на рис. 1.

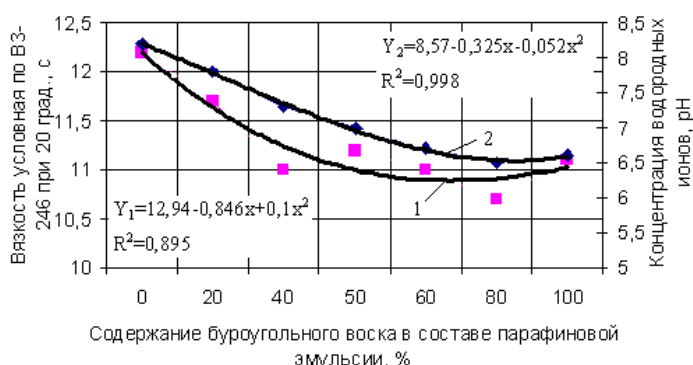


Рис. 1. Зависимость физических характеристик эмульсий от содержания в ней буроугольного воска: 1 – вязкости условной по ВЗ-246, с.; 2 – рН, ед.

Согласно зависимостям, представленным на рис. 1, вязкость эмульсии с заменой части парафина буроугольным воском сначала уменьшается (до 11 сек.) до соотношения парафин/воск: 60/40, а затем стабилизируется на одном уровне. Следовательно, модификация буроугольным воском способствует стабилизации вязкости эмульсий, что достигается, как правило, введением компонентов, обладающих поверхностно-активными свойствами. Таким образом, установлено оптимальное соотношение парафина и воска в эмульсии: 60/40.

Существуют различные методы определения химического состава вещества. Мы пользуемся, как правило, ЯМР- и ИК-спектроскопией [3, 4]. ИК-спектр парафиновой эмульсии, модифицированной буроугольным воском в соотношении 60/40 представлен на рис. 2.

Таким образом, в парафиновой эмульсии появились концевые группы, способные к участию во взаимодействии с функциональными группами смолы и древесного вещества. В спектре эмульсии обнаружены карбонильные группы ($3445,89 \text{ см}^{-1}$, $1732,11 \text{ см}^{-1}$, $1649,17 \text{ см}^{-1}$, $1551,76 \text{ см}^{-1}$), и гидроксильные группы: свободная группа ОН оказывается связанной, и может участвовать в образовании эфирной связи. Кроме того, образовались дополнительные метиленовые связи.

Вывод:

1. доказано положительное влияние буроугольного воска при модификации парафиновых эмульсий. Выбор буроугольного воска обоснован благодаря наличию реакционноспособных функцио-

нальных групп (гидроксильных, карбоксильных, карбонильных) и поверхностно-активных свойств.

2. подобран оптимальный состав парафиновой эмульсии: парафин/буроугольный воск: 60/40, при котором достигаются лучшие физико-технологические свойства эмульсий

3. при сплавлении парафина и воска образуются карбоксильные, гидроксильные группы и метиленовые связи, повышающие когезионную прочность.

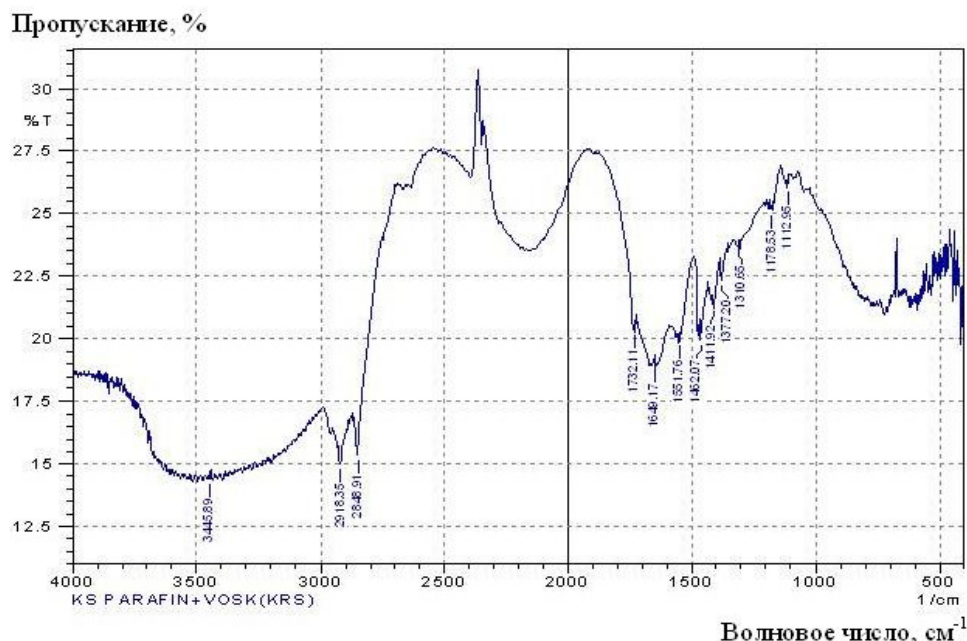


Рис. 2. ИК-спектр парафиновой эмульсии, модифицированной буроугольным воском в соотношении 60/40

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества. – СПб.: Химия, 1975. – 246 с.
2. ТУ 2221-870-55778270-2009 Смолы карбамидоформальдегидные для материалов на основе древесины марки «Карбона». Технические условия. – 15 с.
3. Плотникова, Г.П., Денисов, С.В., Чельшьева И.Н. Повышение эффективности производства древесностружечных плит // Вестник КрасГАУ. – Вып. 7. – Красноярск, 2010. – С. 152–158.
4. Плотников, Н.П., Симикова, А.А., Плотникова, Г.П. Исследование структуры модифицированных карбамидоформальдегидных смол методом ЯМР – спектроскопии // Вестник КрасГАУ. – Вып. 7. – Красноярск, 2012. – С. 171–174.

УДК 674.816.3

МОДИФИКАЦИЯ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СВЯЗУЮЩИХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Г.П. Плотникова,

канд.техн.наук, доцент, ФГБОУ ВПО «БрГУ», г. Братск, РФ,
angara-galina-pavlovna@mail.ru

Н.П. Плотников,

канд.техн.наук, доцент, ФГБОУ ВПО «БрГУ», г. Братск, РФ,
n-plotnikov@mail.ru

Рассмотрен механизм получения модифицированных связующих на основе карбамидоформальдегидной смолы, применяемых в производстве древесно-стружечных плит, образующиеся при модификации дополнительные связи и реакционноспособные функциональные группы.

Наиболее распространенными связующими веществами, применяемыми для изготовления ДСтП различного назначения, являются карбамидоформальдегидные олигомеры благодаря ряду преимуществ: относительной дешевизне по сравнению с фенолформальдегидными (примерно 2 раза дешевле), хорошей адгезии к древесине, способности к быстрому отверждению в присутствии ускорителей, сочетанию сравнительно высокой концентрации с пониженной вязкостью.

Они обеспечивают высокую прочность ДСтП, уступая другим смолам, главным образом, в стойкости к одновременному и длительному воздействию влаги и повышенной температуре (более 60 °С).

Свойствами связующего определяются такие характеристики ДСтП, как прочность при растяжении перпендикулярно пласти и разбухание по толщине плит за 24 ч, регламентируемые ГОСТ 10632–2007 «Плиты древесностружечные. Технические условия».

Карбаминоформальдегидные олигомеры обладают низкой водостойкостью, что делает их ограниченными в изготовлении ДСтП для мебели ванн комнат и кухонь. Поэтому нами предложено включить в состав клеевой композиции внутреннего слоя парафиновую эмульсию. Модифицированную буроугольным воском, выбор которого обоснован благодаря наличию реакционноспособных функциональных групп (ОН, СООН, СООР).

Попробуем сравнить ИК-спектр карбаминоформальдегидной смолы, модифицированной парафино-буроугольной эмульсией, представленный на рис. 1, с ИК-спектром чистой КФС, представленным на рис. 2.

Для идентификации химического состава веществ используют, как правило, ЯМР- и ИК-спектроскопию [1, 2].

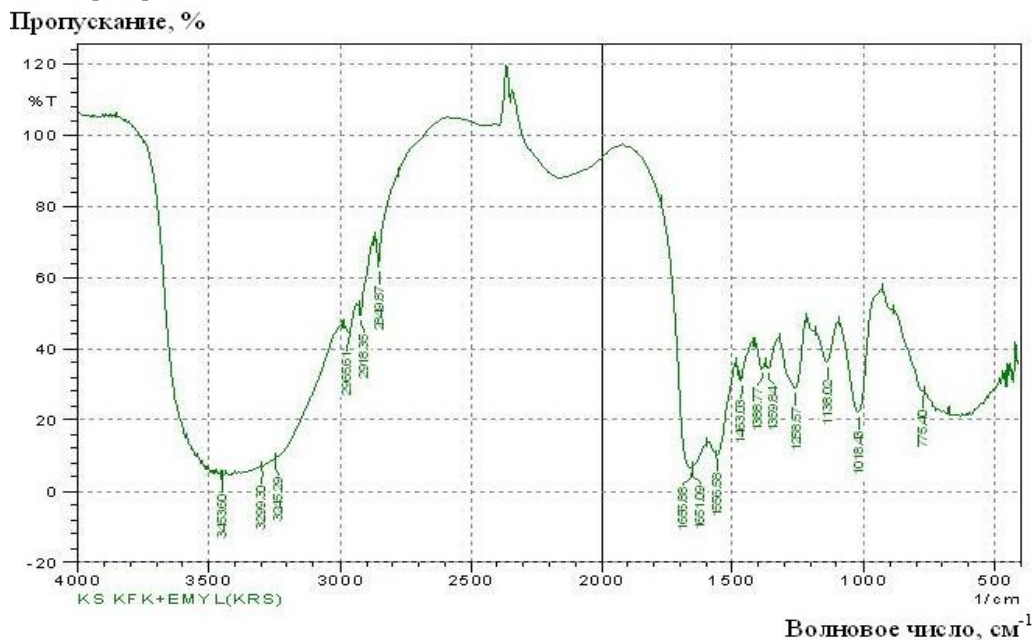


Рис. 1. ИК-спектр КФС, модифицированной парафино-буроугольной эмульсией

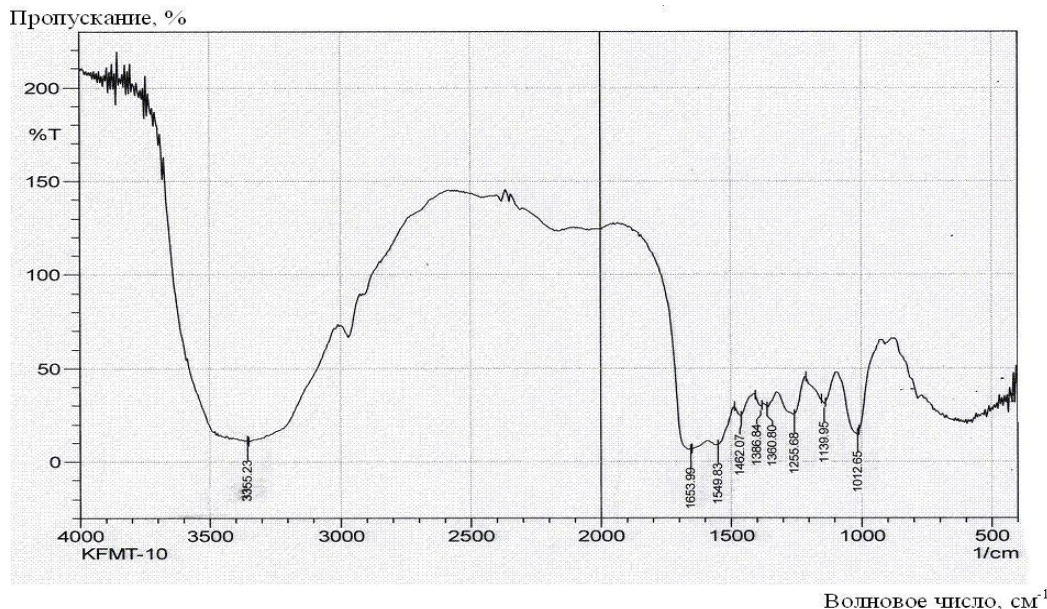


Рис. 2. ИК-спектр чистой КФС

Сравнивая спектры можно увидеть, что количество алифатических гидроксильных групп в модифицированной эмульсией карбаминоформальдегидной смоле увеличилось, чем по сравнению со спектром чистой КФС, о чем свидетельствует группа широких полос слабой интенсивности на частотах 3299,3 и 3245,29 см⁻¹, соответствующих колебаниям связанной ОН группы карбоновых кислот, а также появились новые метиленовые связи в молекуле связующего, о чем свидетельствуют полосы сильной интенсивности на частотах 2965,61, 2918,35 и 2849,87 см⁻¹, соответствующих асимметричным валентным колебаниям, присущим кетозифирам эмульсии.

Таким образом, принимая характеристики водоотталкивающего элемента, буроугольный воск в данном случае считается модификатором карбаминоформальдегидных смол.

Вывод: установлена и доказана возможность модификации карбамидоформальдегидного связующего с целью повышения его водостойкости парафино-буроугольной эмульсией, что будет способствовать повышению когезионной прочности связующего благодаря образованию дополнительных реакционноспособных групп.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. Плотникова Г.П., Денисов С.В., Челышева И.Н. Повышение эффективности производства древесно-стружечных плит // Вестник КрасГАУ. Выпуск 7. – Красноярск, 2010. – С. 152–158.
2. Плотников, Н.П., Симилова, А.А., Плотникова, Г.П. Исследование структуры модифицированных карбамидоформальдегидных смол методом ЯМР – спектроскопии // Вестник КрасГАУ. Выпуск 7. – Красноярск, 2012. – С. 171–174.

УДК 674.028

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СКЛЕИВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ НА КЛЕЯХ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

В.М. Попов,

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой электротехники, теплотехники и гидравлики

И.Ю. Кондратенко,

канд. техн. наук, доцент кафедры электротехники, теплотехники и гидравлики

М.А. Шендриков,

канд. техн. наук, ассистент кафедры электротехники, теплотехники и гидравлики

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», Россия,

etgvglta@mail.ru

Представлена модель процесса склеивания древесины клеем, подвергнутым воздействию постоянным электрическим полем. Проведена оптимизация процесса склеивания в зависимости от основных факторов, влияющих на этот процесс. Установлены границы оптимальных значений напряженности электрического поля и времени выдержки при обработке клея в электрическом поле, позволяющие создавать клеевые соединения древесины повышенной прочности.

Ранее проведенными исследованиями установлен эффект повышения прочности клеевых соединений древесины, сформированных на основе электрообработанного клея [1, 2]. Проведенными исследованиями установлена зависимость предела прочности клеевого соединения древесины на скалывание σ_e от таких факторов, как напряженность электрического поля E , время воздействия на клей электрическим полем t , давление p и температура T . Задача оптимизации такой сложной системы сводится к отысканию экстремума функции нескольких переменных [3]. В этом случае требуется найти такие области изменения входных факторов, при которых выходные характеристики процесса удовлетворяют критерию оптимизации, характеризующему данную систему [4].

Оптимизация дает возможность найти область изменения параметров, для которой прочность клеевого соединения является наибольшей, т.е.

$$\sigma_e(E, t, p, T) \rightarrow \max. \quad (1)$$

Для поиска экстремума необходимо найти четыре производные по каждой переменной и приравнять полученные выражения к нулю. Полученные системы из четырех линейных алгебраических уравнений первого порядка решались с применением математического пакета MathCAD. Так, для клея КФЖ и дуба в качестве субстрата система имеет вид.

$$\begin{cases} \frac{\partial \phi}{\partial E} = -2 \cdot 9,788 \cdot 10^{-6} E - 1,372 \cdot 10^{-5} t + 9,628 \cdot 10^{-4} p - 1,02 \cdot 10^{-5} T + 0,028; \\ \frac{\partial \phi}{\partial t} = -2 \cdot 7,485 \cdot 10^{-3} t - 1,372 \cdot 10^{-5} E + 0,082 p - 8,726 \cdot 10^{-4} T + 0,252; \\ \frac{\partial \phi}{\partial p} = 2 \cdot 0,477 p + 9,628 \cdot 10^{-4} E + 0,082 t - 0,016 T + 8,070; \\ \frac{\partial \phi}{\partial T} = -2 \cdot 1,612 \cdot 10^{-3} T - 1,02 \cdot 10^{-5} E - 8,726 \cdot 10^{-4} t + 0,061 p + 0,142. \end{cases} \quad (2)$$

По приведенному алгоритму были найдены следующие оптимальные точки (E, t, p, T) . При склеивании дуба клеем КФЖ (1440; 17; 0,6; 25), для березы и клея КФЖ (1420; 20; 0,6; 25), для дуба и клея ПВА (1500; 17; 0,6; 25), для ясеня и клея ПВА (1440; 15,5; 0,6; 25).

Проведенная оптимизация имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что получается точечное решение, не позволяющее оценить прочность клеевого соединения при отклонении факторов от оптимальных значений, что характерно для реальных условий производства.

Более целесообразно выделить оптимальные области факторного пространства, в которых достигаются не максимальные, но достаточно высокие значения σ_6 .

С полным основанием из четырех факторов давление и температуру можно принять постоянными и равными $p = 0,5$ МПа и $T = 20$ °С. При этом задача оптимизации сводится к следующей.

$$\sigma_6(E, t) \rightarrow \max \quad (3)$$

Использование при оптимизации только двух факторов позволяет графически изобразить поверхность отклика и провести её визуальный анализ (рис. 1). Если представить каждую из поверхностей отклика с помощью линий уровня (рис. 2), то можно условно разделить факторное пространство на благоприятную и неблагоприятную области.

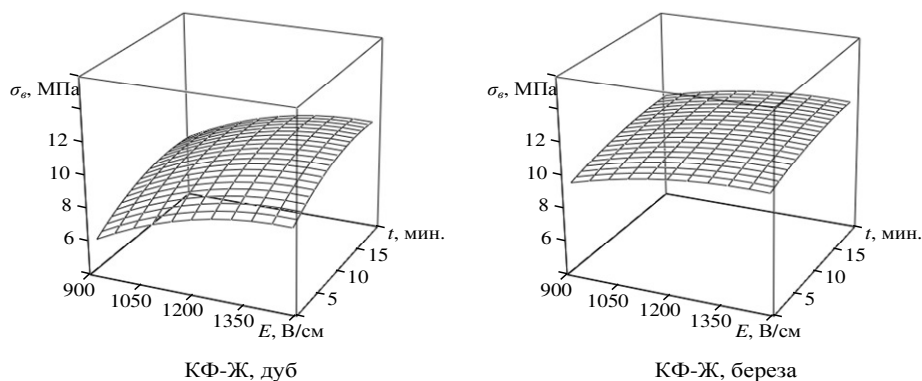


Рис. 1. Поверхности отклика $\sigma_6(E, t)$ к оптимизации параметров процесса склеивания древесины

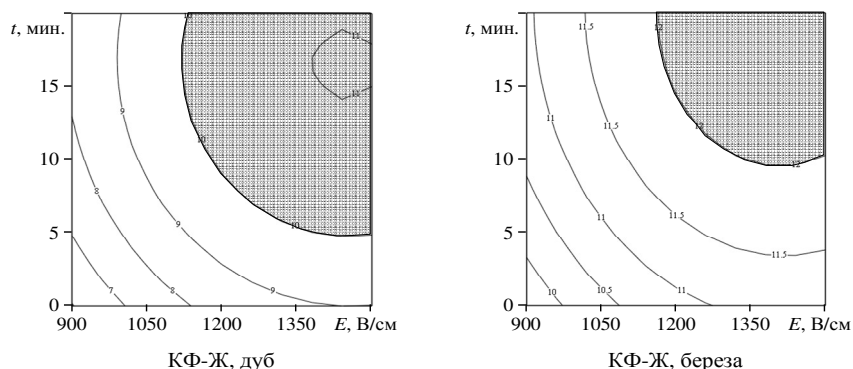


Рис. 2. Оптимальные области (темный фон) на поверхности отклика $\sigma_6(E, t)$, представленные линиями уровня

Для выбора границы между благоприятной и неблагоприятной областью считаем, что граница должна разделять область быстрого роста (неблагоприятная область) и область насыщения с постоянным высоким значением σ_6 (благоприятная область). Как видно из рис. 2, в благоприятной области изолинии редки, тогда как в неблагоприятной области плотность изолиний довольно высока. В качестве границ между благоприятной и неблагоприятными областями выбраны следующие изолинии: 10 МПа (КФ-Ж, дуб), 12 МПа (КФ-Ж, береза).

Анализ конфигурации благоприятных областей в факторном пространстве (E, t) согласно рис. 2 позволяет сделать следующие выводы.

Во-первых, оптимальная область имеет форму, близкую к четверти круга. Максимальные значения σ_6 достигаются при значениях $E = 1100 \dots 1500$ В/см и $t = 5 \dots 20$ мин.

Во-вторых, поскольку граница оптимальной области имеет форму круга, попасть в эту область можно, используя низкое электрическое поле (около 1000 В/см) и длительное время выдержки (около 20 мин), либо электрическое поле высокой напряженности (около 1500 В/см) и малое время выдержки (около 5 мин).

И, в-третьих, поскольку оптимальная область занимает значительную площадь фактического пространства, можно считать, что даже при существенном изменении параметров процесса склеивания, как правило, неизбежном в производственных условиях, клеевые соединения будут обладать высокой прочностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Способ получения клееной древесины повышенной прочности / В.М. Попов, А.Д. Платонов, А.В. Иванов, М.А. Шендриков // Вестник МГУЛ «Лесной вестник», 2007. – № 6. – С. 123–125.
2. Влияние магнитного и электрического полей на прочность клееной древесины / В.М. Попов, М.А. Шендриков, А.В. Иванов, М.А. Жабин // Вестник МГУЛ «Лесной вестник», 2009. – № 4. – С. 122–126.

3. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рошик П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.
4. Дегтярев Ю.И. Методы оптимизации. – М.: Сов. Радио, 1980. – 272 с.

УДК 674.028

ПРОЧНОСТЬ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДРЕВЕСИНЫ НА ОСНОВЕ КЛЕЕВ, ОБРАБОТАННЫХ В ИМПУЛЬСНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

В.М. Попов,

д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой электротехники, теплотехники и гидравлики,

А.В. Латынин, ассистент,

А.А. Тиньков, канд. техн. наук, ст. преподаватель,

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия». Россия

etgvglta@mail.ru

Исследуется влияние импульсного магнитного поля на полимерные клеи, используемые для склеивания древесины. Показано, что воздействие импульсного магнитного поля на полимерный компонент клея повышает прочность клевого соединения древесины на его основе. Повышение прочности клеевых соединений древесины объясняется структурными изменениями в клеевой прослойке под воздействием импульсного магнитного поля.

Вопросы прочности изделий из клееной древесины являются наиболее значимыми для деревоперерабатывающих предприятий. Особенно остро этот вопрос стоит перед технологами при склеивании конструкций из массивной древесины, испытывающих в процессе эксплуатации повышенные механические нагрузки.

Для решения данной проблемы создаются новые марки клеев, совершенствуется технология склеивания [1]. Особенно перспективными представляются технологии создания высокопрочных клеевых соединений древесины, в основу которых положены методы направленных структурных преобразований полимерной основы клеев путем воздействия на последнюю физическими полями [2, 3]. Так, воздействие на расплав полимерной основы клеев марки КФЖ, КФ-МТ-15, Supraterm 436 постоянным магнитным полем позволяет повысить предел прочности на скалывание вдоль волокон клеевого соединения древесины дуба на 30...80%.

Как показывают исследования на полимерных покрытиях, воздействие на адгезионную прочность одиночными физическими полями не исчерпывают возможности дальнейшего повышения прочности. В частности, ещё более высокую прочность покрытий на металлических поверхностях можно достичь путем воздействия импульсным магнитным полем [4].

Учитывая аналогию процессов формирования полимерных покрытий и клеевых прослоек, можно ожидать положительного эффекта для полимерных клеев, применяемых для склеивания древесины, при воздействии импульсным магнитным полем.

Для исследования влияния импульсного магнитного поля на клеи, применяемые для склеивания древесины, использовалась запатентованная установка [5], принципиальная схема которой представлена на рисунке. Для наведения импульсного магнитного поля в монтажную схему установки, создающей постоянное магнитное поле, задействован блок управления длительностью и скважностью импульсов.

В качестве объектов исследований использовались карбамидоформальдегидный клей повышенной жизнестойкости КФ-Ж и полиуретановый клей Supraterm 436 (водная полиуретановая дисперсия). Подвергаемый обработке полимерный компонент клея во фторопластовой кювете помещался между полюсами электромагнита на нагревательный элемент. Затем путем установки расстояния между полюсами электромагнита и силы тока, подаваемого на электромагнит, создавалась необходимая напряженность магнитного поля, а через блок управления импульсным полем длительность и скважность импульсов. Напряженность поля изменя-

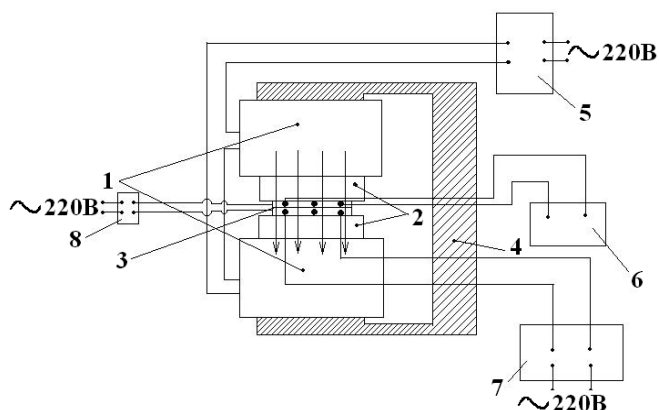


Рис. Принципиальная схема установки

для импульсной магнитной обработки образцов.

- 1 – обмотка электромагнита; 2 – подвижные башмаки электромагнита; 3 – рабочая ячейка с образцом и нагревателем;
- 4 – ярмо; 5 – блок питания; 6 – потенциометр; 7 – источник питания нагревателя; 8 – источник питания и блок управления импульсным магнитным полем

лась в пределах $H = (3...24) \cdot 10^4 \text{ A/м}$ с периодом импульсов $T = 1...10 \text{ с}$. Время обработки составляло 20 мин при температуре 60 °С.

Обработанный в импульсном магнитном поле полимерный компонент клея затем соединялся с отвердителем и полученная клеевая композиция наносилась на гостированные образцы из дуба для испытаний на прочность при скалывании вдоль волокон с расходом 180...250 г/м². Склеиваемые поверхности соединялись и помещались в термощкаф, где выдерживались под давлением 0,4 МПа при температуре $t = 20$ в течение суток. Склеенные образцы затем подвергались испытаниям на разрывной машине ИР-50-3. Одновременно для сравнения исследовались образцы, склеенные клеем, подвергнутому обработке только постоянным магнитным полем.

Полученные в процессе испытаний результаты приведены в таблице.

Таблица

Результаты испытаний на прочность клеевых соединений древесины дуба на основе клеев, обработанных в постоянном и импульсном магнитных полях

Напряженность магнитного поля $H \cdot 10^{-4}, \text{ A/м}$	Период импульсов $T, \text{ с}$	Предел прочности на скалывание при обработке в постоянном магнитном поле $\tau, \text{ МПа}$		Предел прочности на скалывание при обработке в импульсном магнитном поле $\tau, \text{ МПа}$	
		КФ-Ж	Supraterm 436	КФ-Ж	Supraterm 436
0	0	6,5	2,53	6,5	2,53
3	1	8,1	2,9	8,15	3,15
3	3	8,1	2,9	8,3	3,6
3	7	8,1	2,9	8,35	4,1
3	10	8,1	2,9	8,4	4,25
12	1	9,8	3,9	10,25	3,7
12	3	9,8	3,9	10,3	3,95
12	7	9,8	3,9	10,46	4,4
12	10	9,8	3,9	10,53	4,54
18	1	10,3	5,15	10,7	5,7
18	3	10,3	5,15	10,85	6,1
18	7	10,3	5,15	10,95	6,44
18	10	10,3	5,15	11,0	6,85
24	1	10,47	5,45	10,85	5,85
24	3	10,47	5,45	10,96	6,3
24	7	10,47	5,45	11,2	6,6
24	10	10,47	5,45	11,35	6,95

Анализ полученных данных согласно приведенной таблице свидетельствует о позитивном влиянии импульсного магнитного поля на структуру обработанного клея, что выражается в значительном повышении прочности клеевых соединений древесины. Предлагаемый способ модификации клеев, используемых для склеивания древесины, может быть реализован в технологии склеивания деревоперерабатывающих предприятий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чубинский А.Н. Формирование клеевых соединений древесины. – СПб.: Гослесбумиздат, 1993. – 163 с.
2. Способ склеивания древесины повышенной прочности / В.М. Попов, А.Д. Платонов, А.В. Иванов, М.А. Шендриков // Вестник МГУЛ «Лесной вестник». – 2007. – №6. – С. 123–125.
3. Влияние магнитных и электрических полей на прочность клееной древесины / В.М. Попов, А.В. Иванов, М.А. Шендриков, А.В. Жабин // Вестник МГУЛ «Лесной вестник». – 2009. – №4. – С. 122–126.
4. Негматов С.С., Евдокимов Ю.М., Садыков Х.У. Адгезионные и прочностные свойства полимерных материалов и покрытий на их основе. – Ташкент, 1979. – 168 с.
5. Пат. 2324591 РФ, МПК В27G11/00, D05D1/26, B05C9/06, B05C5/00, C09J5/04, C09J5/00, C09J7/00. Способ склеивания древесных материалов / А.В. Иванов, В.М. Попов, В.С. Мурзин, А.П. Новиков, А.В. Латынин; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «ВГЛТА» – №2007110560/04; заявл. 22.03.2007; опубл. 20.05.2008.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ С ПОЛИМЕРНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

В.В. Степанов,

аспирант, ФГБОУ ВПО КНИТУ, г. Казань, РФ
vlad200719@mail.ru

В статье рассматривается технология получения теплоизоляционной плиты и предлагается принципиальная схема данной технологии.

Энергосбережение в настоящее время является одним из приоритетных направлений. В связи с увеличением цен на энергоносители, проблема теплоизоляции становится одной из наиболее актуальных и, безусловно, расходы, затраченные на выполнение теплоизоляции, окупаются экономией топлива. Эффективным направлением в решении этой задачи является создание и использование новых видов теплоизоляционных материалов. Причем повышение требований к экологии жилища стимулирует интерес к созданию безопасных теплоизоляционных материалов из сырья растительного происхождения.

Перспективным сырьем для производства этих материалов как раз таки являются отходы деревообрабатывающих производств.

Предлагаемая технология изготовления теплоизоляционного материала из древесных отходов позволит решить проблему замены традиционных дорогостоящих видов теплоизоляционных материалов на новые, высокоэффективные, дешевые материалы.

Технология получения теплоизоляционной плиты состоит из следующих операций:

- дозирование компонентов,
- смешение,
- формирование,
- прессование,
- отверждение,
- выдержка.

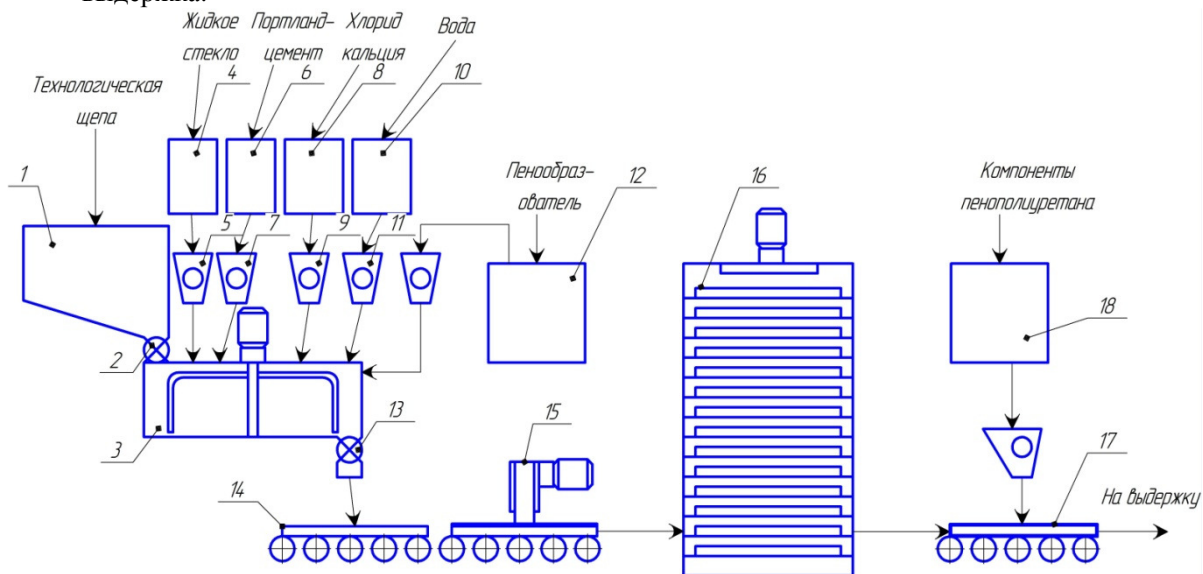


Рис. 1. Принципиальная схема получения высокоэффективных теплоизоляционных материалов:

- 1 – бункер для щепы; 2 – питатель; 3 – смеситель; 4 – емкость для раствора стекла натриевого; 5 – питатель;
6 – бункер для портландцемента; 7 – питатель; 8 – емкость для хлорида кальция; 9 – питатель; 10 – емкость для воды;
11 – питатель; 12 – пеногенератор; 13 – питатель; 14 – форма; 15 – под прессовочное устройство;
16 – камера гидротизации; 17 – специализированная форма; 18 – заливочная машина

Древесные отходы в виде технологической щепы дозированно поступает в смеситель, где смешивается с химическими добавками, портландцементом и технической пеной. Присутствие древесной щепы обработанной химическими добавками в пеноцементной смеси позволяет повысить тепловые характеристики (рис. 2) и понизить удельную плотность материала. Полученная пенодревесноцементная смесь из смесителя поступает в формы для формирования плитного материала. Формы с пенодревесноцементным материалом загружаются в камеру гидратации, для отверждения древесно цементной композиции. После выдержки в камере гидратации формы разбираются, и плитный материал подвергается атмосферной выдержке, необходимой для снятия внутренних напряжений материала. Выдержанный плитный пенодревесноцементный материал укладывается в специализированные формы для

заливки пенополиуретана. Пенополиуретан получают смешением 2 компонентов: полиола и полиизоцианата. Полимер заливается в форму таким образом, что после его отверждения образуется оболочка вокруг древесноцементной плиты, позволяющая защитить ее компоненты от влагопоглощения и взаимодействия с углекислым газом воздуха, а также понизить коэффициент теплопроводности материала.



Рис. 2. Характеристика теплопроводности от содержания древесного наполнителя

По данной технологии можно получить теплоизоляционный материал, обладающий более низкой плотностью, повышенными теплоизоляционными свойствами с сохранением прочностных показателей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сафин Р.Г. Технологические процессы и оборудование деревообрабатывающих производств. – М.: Изд-во МГУЛ, 2003. – 500 с.
2. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных материалов. – М.: Стройиздат, 1980. – 396 с.

УДК 674.8:677.11

К ВОПРОСУ О МОДИФИКАЦИИ СИНТЕТИЧЕСКИХ КЛЕЕВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ

С.А. Угрюмов,

д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.
ugr-s@yandex.ru

Д.А. Кожевников,

аспирант, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.
kojanij@mail.ru

В статье обоснована целесообразность модификации спиртами синтетических клеев, применяемых в производстве плитных материалов на основе костры льна. Экспериментально установлено, что введение в клеи спиртов существенно не изменяет их времени желатинизации.

Костра льна является эффективным наполнителем древесных плит. Однако плиты, изготовленные на ее основе по традиционной технологии, имеют недостаточные физико-механические характеристики в связи с большой разницей в величинах поверхностного натяжения костры и клея и, как следствие, неравномерностью его распределения [1].

Как правило, в производстве плитных материалов применяются способы повышения смачивающей способности олигомеров путем снижения их концентрации при синтезе, уменьшения их вязкости путем введения в клеевой состав дополнительного количества соответствующих растворителей [2]. Известны также способы модифицирования клеевых композиций альбумином и карбамидом, гидроксидом кальция, силикатом натрия, реакционными поверхностно-активными и другими химическими веществами, позволяющими снизить вязкость клеевого состава за счет определенных химических взаимодействий компонентов клея [3, 4]. Однако указанные методы не всегда эффективны при производстве материалов на основе костры льна, поскольку снижение вязкости не всегда влечет за собой снижение поверхностного натяжения клеевого состава.

Улучшение качественных показателей клеевых материалов, произведенных с применением как древесных наполнителей, так и костры, невозможно без модифицирования или создания новых клеевых композиций, обеспечивающих оптимальное и равномерное смачивание частиц наполнителя.

Повысить смачиваемость поверхности древесных частиц и частиц костры льна карбамидо- или фенолформальдегидными олигомерами можно за счет снижения поверхностного натяжения смолы, что может достигаться путем введения в их состав поверхностно-активных веществ [5].

Поверхностно-активными веществами (ПАВ) принято называть вещества, которые адсорбируются на поверхности раздела фаз и уменьшают избыточную поверхностную свободную энергию. Все ПАВ можно классифицировать на два класса: ионогенные и неионогенные. Ионогенные в свою очередь подразделяют на 3 группы: катионактивные, анионактивные, амфотерные. Ионогенные ПАВ чаще всего используются как диспергаторы, эмульгаторы, смачиватели, моющие средства, пенообразователи, антиэлектростатики, неионогенные – как смачиватели, авиажные средства, модификаторы [6].

Стоит отметить, что использование ПАВ в качестве модификаторов клеевых композиций в производстве клеёных материалов на основе древесных частиц и костры льна с целью снижения поверхностного натяжения адгезива зачастую не оправдано, поскольку многие виды ПАВ не удовлетворяют основным производственным требованиям, таким как растворимость в воде, экологичность, экономичность, технологичность, или их применение требует углублённого изучения процесса модификации, поскольку ПАВ могут в значительной степени влиять на физико-химические процессы формирования материала.

Поэтому в качестве потенциальной модифицирующей добавки карбамидо- и фенолформальдегидных смол, отвечающей перечисленным требованиям, стоит рассматривать простые химические соединения из класса неионогенных ПАВ, например, простые спирты.

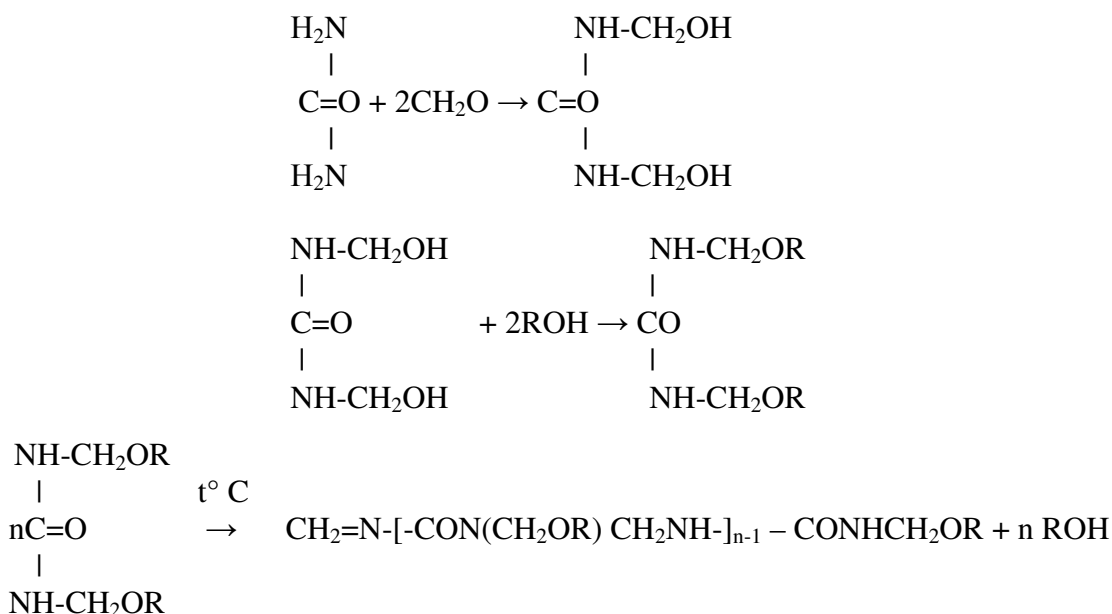
В работе [7] подтверждается идея модификации смол одноатомными и многоатомными спиртами для снижения их поверхностного натяжения, снижения токсичности, повышения стабильности и прочности смол.

При добавлении простых спиртов к карбамидоформальдегидным или фенолформальдегидным смолам происходит их взаимное растворение, обусловленное структурно-химическим сродством компонентов. Взаимная растворимость определяет термодинамическую совместимость олигомеров, таким образом, что модификатор, добавленный в смолу, не выделяется в новую дисперсную фазу, а адсорбируется своими молекулами при помощи водородных связей на ассоциативах смолы. Способствуя диспергированию молекул смолы, модификатор выступает в роли ПАВ.

Спиртовой модификатор можно рассматривать как реакционно-способное ПАВ, снижающее токсичность смолы. В этом случае на начальной стадии формирования клеевого соединения модификатор выполняет свою функцию, улучшая условия смачивания. Затем молекулы реакционного ПАВ вступают в химическую реакцию с образованием пространственной структуры. Слабый слой реакционного ПАВ перестраивается в результате химической реакции с основными компонентами связующего.

При модификации карбамидоформальдегидных смол спиртами предполагается, что вначале образуются метилольные производные карбамида, которые вступая в реакцию со спиртами, образуют простые диэфиры. Нагрев при прессовании плит способствует смолообразованию, сопровождающегося отщеплением одной спиртовой группы. Далее образуются молекулы моноэфира метилольных производных карбамида, которые соединяются друг с другом.

Схематически процесс смолообразования в водно-спиртовой среде можно представить следующим образом [7]:

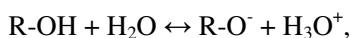


Процесс модификации фенолформальдегидных олигомеров спиртами протекает аналогичным образом.

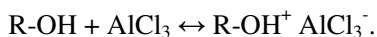
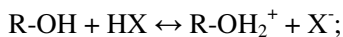
Таким образом, введение простых спиртов в карбамидо- и фенолформальдегидные олигомеры улучшает их смачивание и растекание, снижая поверхностное натяжение смолы до уровня критического

поверхностного натяжения древесины, а затем, на стадии отверждения адгезива, модификатор участвует в формировании шитого полимера.

При модифицировании карбамидоформальдегидного и фенолформальдегидного олигомеров простыми одноатомными спиртами следует учитывать влияние спиртов на кислотность клеевого раствора, поскольку водородный показатель сказывается на времени отверждения клея. Хотя спирты и содержат гидроксильную группу –ОН, они способны диссоциировать по связи О–Н с образованием алкоксид-иона:



проявляя тем самым кислотные свойства, а могут проявлять свойства слабых оснований Льюиса, образуя донорно-акцепторные комплексы с галогенидами и кислотами Льюиса:



Сложность возможных химических и полярных взаимодействий спиртов со смолами как во время смешивания, так и во время отверждения не позволяет точно спрогнозировать влияние спиртов на время отверждения модифицированных клеев. Нами был проведён эксперимент по определению времени желатинизации клеевых составов на основе карбамидоформальдегидной смолы КФН-66 с различным содержанием модификатора (бутилового спирта) при температуре 100 °С (рис.).

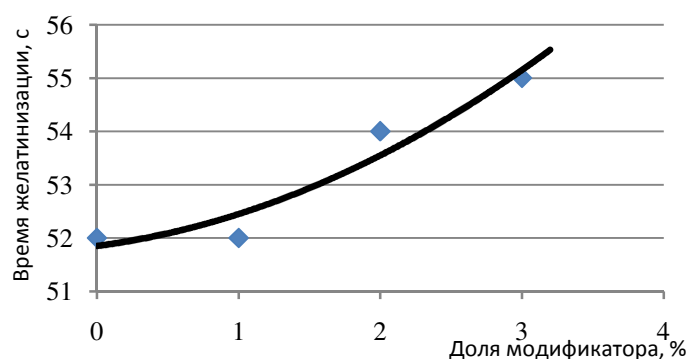


Рис. Зависимость времени желатинизации клеевых составов от доли модификатора

Результаты эксперимента показали, что при введении модификатора (спирта) наблюдается незначительное увеличение времени отверждения клеевого состава – с 52 до 55 с в зависимости от доли модификатора, что можно не учитывать при выборе продолжительности прессования древесных плит на основе модифицированных спиртами клеевых составов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Угрюмов С.А. Организационно-техническое обеспечение производства композиционных материалов на основе древесины и костры льна: монография. – Кострома: КГТУ, 2008. – 147 с.
2. Модификация фенолоформальдегидных смол для древесностружечных плит / А. А. Эльберт [и др.] // Деревообрабатывающая промышленность. – 1973. – №3. – С. 5–6.
3. Мачнева О.П. Древесностружечные плиты на основе карбамидоформаль-дегидных смол, модифицированных параформом : дис. ... канд. техн. наук. – М. : МГУЛ, 2006. – 144 с.
4. Веснина Е.Н. Модифицирование древесных частиц в процессе приготовления стружечно-клеевой композиции : дис. ... канд. техн. наук. – СПб. : СПбГЛТА, 2003. – 257 с.
5. Угрюмов С.А., Цветков В.Е. Применение теории адгезии и смачивания для модификации фенолформальдегидного олигомера, используемого для осмоления костры // Вестник МГУЛ – Лесной вестник: периодический научный журнал. – М. : МГУЛ, 2008. – №2. – С. 104–106.
6. Ланге К.Р. Поверхностно активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / под науч. ред. Л.П. Зайченко.– СПб.: Профессия, 2007. – 240 с.
7. Пасько Ю.В. Древесностружечные плиты на основе карбамидоформаль-дегидных смол, модифицированных смесью одноатомных спиртов : дис. ...канд. техн. наук. – М.: МГУЛ, 2003. – 164 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОСТОЙКОСТИ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ НА ОСНОВЕ ФУРАНОВОГО ОЛИГОМЕРА

С.А. Угрюмов,

д-р техн. наук, доцент, профессор ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ
ugr-s@yandex.ru

А.А. Федотов,

аспирант ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ
aafedotoff@yandex.ru

Предложено использование фурфурацетонного мономера ФА в качестве связующего для древесно-стружечных плит. Установлено, что плиты, изготовленные при повышенных температурах прессования или повышенном расходе связующего, обладают высокой водостойкостью.

В настоящее время в плитном производстве широко используются карбамидо- и фенолформальдегидные олигомеры. Водостойкость получаемых на их основе плит не всегда удовлетворяет требованиям потребителей строительной сферы и мебельной промышленности. Одним из возможных способов повышения водостойкости плит является использование в качестве связующего альтернативных клеев, например, олигомеров фуранового ряда - фурфурацетонного мономера ФА. Традиционно мономер ФА используется в строительной сфере в производстве стойких пластратов и полимербетонов [1, 2]. Термодинамические и физико-химические свойства мономера ФА позволяют эффективно применять его в производстве древесных плит [2].

Предварительно проведенные опытные запрессовки показали, что для полного отверждения мономера ФА требуются более сильные катализаторы и более жесткие режимы прессования [3].

Целью настоящей работы является оценка влияния температуры прессования и расхода связующего на водостойкость древесно-стружечных плит.

На первом этапе исследований были изготовлены и испытаны образцы древесно-стружечных плит, прессование которых велось при различных температурах (от 160 до 220°C). Для изготовления образцов использовалась специальная резаная стружка лиственных и хвойных пород древесины с отбором фракции 10/2 и клеевые композиции на основе фурфурацетонного мономера ФА в смеси с отвердителем – п-толуолсульфокислотой в количестве 5 %. Изготовление плит проводилось в лабораторном гидравлическом прессе П100-400 при следующих постоянных факторах:

- толщина плит 16 мм;
- расчетная плотность плит 850 кг/м³;
- удельное давление прессования 2 МПа;
- продолжительность выдержки под давлением 8 мин;
- расход связующего 12 %.

Полученные сводные результаты оценки водостойкости плит представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты оценки водостойкости плит, изготовленных при варьировании температуры прессования

Порода используемой стружки	Температура прессования, °С	Разбухание по толщине, %	Объемное разбухание, %	Водопоглощение, %
Лиственная	160	21,2	23,7	46,5
	180	15,0	16,9	30,0
	200	8,5	9,5	15,1
	220	5,67	6,4	12,4
Хвойная	160	11,7	12,3	42,9
	180	10,8	11,3	32,9
	200	7,1	7,9	17,0
	220	5,45	6,1	14,5

На рис. 1, 2 представлены графические зависимости влияния температуры прессования на водостойкость плит.

Показатели разбухания и водопоглощения существенно снижаются при повышении температуры прессования плит за счет более полного отверждения связующего. При повышенных температурах (более 200 °С) разбухание не превышает 8,5 %.

На следующем этапе исследований были изготовлены и испытаны образцы древесно-стружечных плит с различным расходом связующего (от 6 до 22 масс. ч.). Для изготовления образцов использовалась специальная резаная стружка лиственных и хвойных пород древесины с отбором фракции 10/2 и клеевые композиции на основе фурфурацетонного мономера ФА в смеси с отвердителем – п-толуолсульфокислотой в количестве 5 %. Изготовление плит проводилось в лабораторном гидравлическом прессе П100-400 при следующих постоянных факторах:

- толщина плит 16 мм;

- расчетная плотность плит 850 кг/м³;
- удельное давление прессования 2 МПа;
- продолжительность выдержки под давлением 8 мин;
- температура прессования 180°C.

Полученные сводные результаты оценки водостойкости плит представлены в табл. 2.

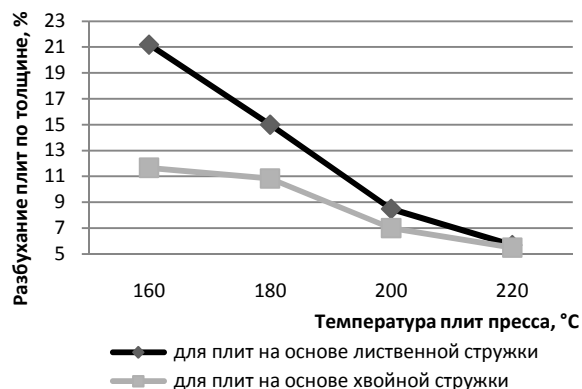


Рис. 1. Влияние температуры прессования на разбухание плит по толщине

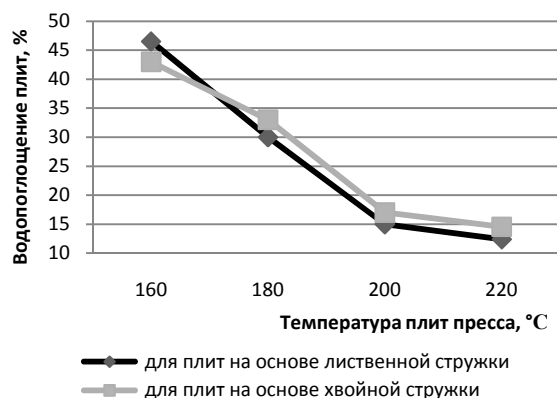


Рис. 2. Влияние температуры прессования на водопоглощение плит

Таблица 2

Результаты оценки водостойкости плит, изготовленных при варьировании расхода связующего

Порода используемой стружки	Расход связующего, масс. ч.	Разбухание по толщине, %	Объемное разбухание, %	Водопоглощение, %
Лиственная	6	49,07	52,34	85,99
	10	15,05	16,84	32,10
	14	9,03	9,05	22,81
	18	4,96	5,54	16,97
	22	2,97	3,21	17,76
Хвойная	6	34,40	35,21	75,59
	10	9,99	10,87	29,96
	14	6,69	6,90	20,40
	18	5,01	5,98	16,37
	22	3,67	4,10	16,05

На рис. 3, 4 представлены графические зависимости влияния количества связующего на водостойкость плит.

Показатели разбухания и водопоглощения существенно снижаются при повышении количества связующего в плитах за счет более полной изоляции древесных частиц отвержденным связующим. При повышенном количестве связующего (18...22 масс. ч.) разбухание колеблется в пределах 3...5 %.

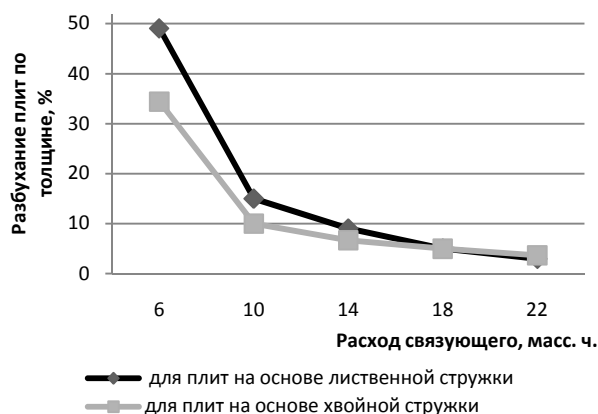


Рис. 3. Влияние количества связующего на разбухание плит по толщине

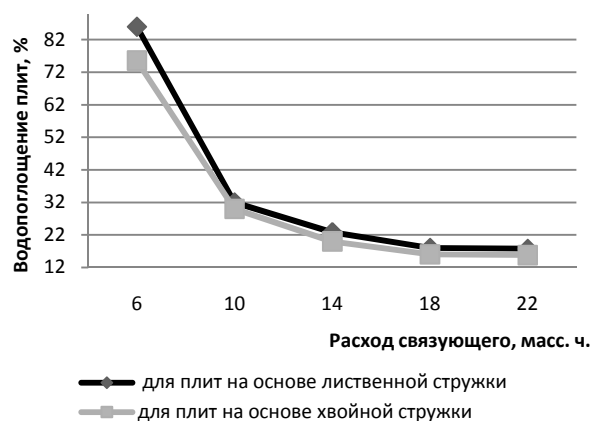


Рис. 4. Влияние количества связующего на водопоглощение плит

Таким образом, целесообразно производство древесных плит на основе фурфуролацетонового мономера ФА при температуре прессования порядка 200 °C и с расходом связующего 14...18 масс. ч., что позволяет получать конструкционный материал с повышенной водостойкостью. Данные плиты можно эффективно использовать в строительстве и иных сферах с переменными температурно-влажностными условиями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оробченко Е.В., Прянишникова Н.Ю. Фурановые смолы. – Киев: Изд-во технической литературы, 1963. – 166 с.
2. Технология пластических масс / под ред. В.В. Коршака. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1985. – 560 с.
3. Федотов А.А., Угрюмов С.А. Исследование свойств древесно-стружечных плит на основе синтетических смол с различной долей добавки фурановой смолы // Клеи. Герметики. Технологии. – М.: Наука и технологии, 2012. – № 12. – С. 16–19.

УДК 647.048

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА КОМПОЗИЦИЙ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

И.Н. Чельшева,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО БрГУ, г. Братск, РФ.
irinachelysheva@yandex.ru

А.А. Симинова,

доцент, ФГБОУ ВПО БрГУ, г. Братск, РФ.
alsia75@yandex.ru

Н.П. Плотников,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО БрГУ, г. Братск, РФ.
n-plotnikov@mail.ru

В статье рассмотрены состав и структура таллового лигнина. Установлена возможность использования таллового лигнина для производства твердых древесноволокнистых плит мокрым способом.

Проблема комплексной переработки древесины с каждым годом становится все более актуальной в связи с необходимостью защиты окружающей среды и постоянным ростом стоимости растительных ресурсов и продуктов химической переработки древесины. Значимость твердых древесноволокнистых плит для общества ставит задачу поиска путей создания экологически чистых технологий с возможностью комплексного использования сырья и сокращения количества отходов в источнике их образования.

В Восточной Сибири группа «Илим» реализует один из крупнейших в истории лесопромышленного комплекса (ЛПК) проектов, который обеспечит качественное использование ресурсного потенциала региона. Группа «Илим» – крупнейший инвестор в лесной отрасли России. В рамках инвестпрограммы компания реализует масштабный проект «Большой Братск», который предполагает строительство новой современной целлюлозной линии на базе уже действующего предприятия. В 2013 г. в Братске планируется ввести в эксплуатацию самое крупное в мире целлюлозное производство. Общий годовой объем производства превысит 1 млн т. Основная стадия этого термохимического процесса – сульфатная варка, заключается в обработке технологической щепы водным раствором, содержащим гидроксид и сульфид натрия. Целлюлозу, производимую сульфатным методом, называют сульфатной. Достоинством метода является возможность использования в нем практически всех пород древесины, а регенерация химикатов делает процесс экономически эффективным. Сульфатный процесс позволяет получить более прочную целлюлозу, в отличие от другого щелочного способа производства, натронного, где используется только гидроксид натрия. В процессе сульфатной варки, помимо собственно целлюлозы, образуются различные по составу и свойствам побочные продукты. Это экстрактивные вещества древесины, перешедшие в варочный (чёрный) щёлок. При отстое чёрного щелока образуется слой так называемого сульфатного мыла. В основном, это соли смоляных и жирных кислот, всплывших на поверхность. Для выделения сырого таллового масла проводится разложение сульфатного мыла серной кислотой. В результате такой обработки продукт расслаивается и легко разделяется на три слоя: верхний, представляющий собой сырое талловое масло; средний, так называемый талловый лигнин; нижний – раствор бисульфита натрия. Ректификацией сырого таллового масла получают очищенные талловые масла, канифоль, фитостерины, скоп масляный и пек талловый.

Талловый лигнин представляет собой композицию из компонентов таллового масла (смоляные, жирные кислоты и нейтральные вещества – СЖН), лигнина, минеральных солей (бисульфат натрия) и воды; рН смещен в сторону кислых значений. Продукт характеризуется высокой плотностью и химической стойкостью, содержит около 1 % целлюлозных волокон. В сухом виде сульфатный талловый лигнин представляет собой порошок коричневого цвета. Дисперсность частиц лигнина от 5 мкм до 10 мкм. Структурно лигнин представлен отдельными пористыми шарообразными частицами и их комплексами с развитой удельной поверхностью до 20 м²/г. Плотность таллового сульфатного лигнина около 1300 кг/м³. Он растворим в водных растворах аммиака и гидроксидов щелочных металлов, в диоксане, этиленгликоле, пиридине, фурфуроле, диметилсульфоксиде. Термическая обработка сульфатного лигнина вызывает его разложение с образованием летучих веществ, начиная с температуры 190 °С. Сульфатный лигнин отнесен к практически нетоксичным продуктам, применяется в виде влажной пасты, пожаробезопасен.

Только в Братском филиале группы «Илим» на существующих мощностях целлюлозного производства образуется более 10 тыс. т таллового лигнина, не находящего квалифицированного использования.

В той или иной степени утилизацией лигнина занимаются сами производящие его предприятия, однако гидролизный лигнин, сульфатный лигнин и лигносульфонаты присутствуют на рынке как товарные продукты. Международных или российских стандартов на технические лигнины не существует и они поставляются потребителям по техническим условиям.

Сульфатный талловый лигнин содержит значительное количество потенциально реакционноспособных смоляных (карбоновых) кислот с сопряженными двойными связями – абиетиновую, дигидроабиетиновую, изопимаровую и пимаровую.

В настоящей работе представлены результаты исследования по применению сульфатного таллового лигнина в качестве одного из компонентов проклеивающего состава древесноволокнистой композиции в производстве твердых древесноволокнистых плит (ДВП).

Традиционно проклеивающий состав содержит парафиновую эмульсию (гидрофобная добавка), фенолформальдегидную смолу (упрочняющая добавка) и осадитель. Снижение расхода упрочняющей добавки позволит снизить затраты на производство при сохранении качественных показателей готовой продукции на уровне требований действующего стандарта. Сульфатный талловый лигнин в виде щелочной добавки лигнина (ЩДЛ) смешивался с фенолформальдегидной смолой и вводился в древесноволокнистую композицию. В процессе прессования древесноволокнистых плит лигнин соучаствует в полимераналогичных превращениях между компонентами проклеивающего состава и лигноуглеводным комплексом древесных волокон.

Работа выполнена в условиях заводской лаборатории действующего производства древесноволокнистых плит мокрым способом

Для оценки влияния переменных факторов исследований на выходные параметры (параметры качества ДВП) предусматривалась разработка регрессионной модели, обеспечивающей возможность управления технологическими режимами.

В таблице представлены варьируемые факторы в натуральном и кодовом обозначении, их уровни и интервалы варьирования.

В качестве выходных величин при проведении многофакторного эксперимента (по В-плану второго порядка) были приняты качественные показатели готовой продукции: Y_1 – предел прочности ДВП при статическом изгибе, МПа; Y_2 – разбухание по толщине, %.

Таблица

Варьируемые факторы эксперимента

Наименование фактора	Кодовое обозначение	Нижний уровень	Основной уровень	Верхний уровень	Интервал варьирования
Содержание фенолформальдегидной смолы, масс.ч.	X_1	0,1	0,6	1,1	0,5
Содержание парафиновой эмульсии, масс. ч.	X_2	0,2	0,5	0,8	0,3
Содержание ЩДЛ в композиции, масс. ч.	X_3	0,5	2	3,5	1,5

Полученные результаты экспериментов обрабатывались методом вариационной статистики по В-композиционному плану второго порядка.

В результате обработки экспериментальных данных после оценки значимости коэффициентов регрессии и проверки на адекватность уравнения функций отклика для описания процесса прессования имеют следующий вид:

- зависимость прочности ДВП при статическом изгибе от варьируемых факторов описывается уравнением в нормализованных значениях переменных:

$$Y_1 = 42,1 + 2,6X_1 + 2,6X_3 - 0,5X_1^2 - 0,56X_2^2 + 0,375X_2X_3 ;$$

- зависимость разбухания ДВП по толщине от варьируемых факторов описывается уравнением в нормализованных значениях переменных:

$$Y_2 = 14,28 - 1,15X_1 - 1,73X_3 - 2,58X_2^2 + 1,42X_3^2 + 2,71X_1X_2 - 1,11X_2X_3 .$$

Зависимость предела прочности ДВП при статическом изгибе от количества вводимой в композицию смолы выражается в виде параболической зависимости. При введении в композицию смолы с 0,1 до 1,1 масс.ч. наблюдается повышение предела прочности ДВП при статическом изгибе с 42 до 44,5 МПа.

Выводы

1. На базе экспериментальных и теоретических исследований установлена возможность утилизации сульфатного таллового лигнина, что способствует частичному решению экологических проблем.

2. Установлена возможность использования лигнина для производства твердых древесноволокнистых плит мокрым способом. Сульфатный талловый лигнин вводится в проклеивающий состав в виде щелочного раствора (ЩДЛ).

3. Определены оптимальные соотношения компонентов древесноволокнистой композиции:

- гидрофобная добавка – не более 0,5 % к массе а.с.в.;
- упрочняющая добавка 0,4...0,6 % к массе а.с.в.;
- щелочная добавка лигнина – 1,5...2,5 % к массе а.с.в.;
- древесное волокно – остальное.

4. Достоверно определено, что показатели качества твердых ДВП при применении ЩДЛ соответствуют требованиям ГОСТ 4586 «Плиты древесноволокнистые. Технические условия» для плит марки Т.

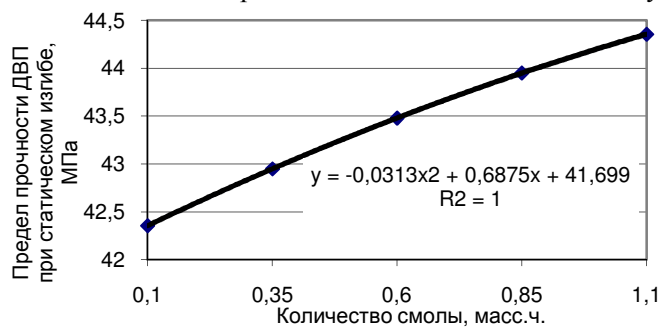


Рис. Зависимость предела прочности ДВП при статическом изгибе от содержания смолы в древесноволокнистой композиции

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. А. с. № 1778123. Композиция для ДВП / А.Д. Синегибская, Т.А. Донская, А.А. Симилова, И.Н. Чельшева; 30.11.90; 1992, Бюллетень № 44.
2. А. с. № 1643575. Композиция для древесно-волокнистых плит / А.Д. Синегибская, В.А. Самойлов, Т.А. Донская, А.А. Симилова; 23.04.91, Бюллетень № 15.



ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО И ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВ

УДК 531.8+531.011

ФОРМАЛИЗАЦИЯ АКТИВНЫХ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЗВЕНЬЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО МАНИПУЛЯТОРА

Б.Я. Бакай,

канд. техн. наук, доцент каф. лесопромышленного производства и лесных дорог,
Национальный лесотехнический университет Украины, г. Львов, Украина
Bakay_Borys@rambler.ru

Предложена формализация активных сил, действующих на звенья гидравлического манипулятора, для составления уравнений Лагранжа второго рода матричного вида, что позволит решать прямую и обратную задачи динамики с использованием ПК.

Предметом изучения динамики гидравлического манипулятора является математическое описание действующих на манипулятор сил и моментов в виде уравнений динамики движения. Такие уравнения необходимы для оценки качества кинематической схемы и конструкции манипулятора. Динамическая модель манипулятора может быть построена на основе использования известных законов ньютоновской или лагранжевой механики. Результатом применения этих законов являются уравнения, связывающие действующие в сочленениях манипулятора силы и моменты с кинематическими характеристиками и параметрами движения звеньев [1–3].

Гидравлический манипулятор рассматриваем как механическую систему, состоящую из конечного числа звеньев (материальных точек M_j) массой m_j , $j \in [1:N]$. Все движения звеньев стреловой системы манипулятора предполагаем независимыми, голономными и идеальными [1]. Символом s будем обозначать ее число степеней свободы положения, а символами q_1, \dots, q_s – независимые обобщенные координаты, определяющие положение звеньев стреловой системы манипулятора.

Так как вариации $\delta q_1, \dots, \delta q_s$ независимы, то в общем уравнении механики можно полагать, что $\delta q_1 \neq 0, \delta q_2 = \dots = \delta q_s = 0$, затем $\delta q_2 \neq 0, \delta q_1 = \delta q_3 = \dots = \delta q_s = 0$ и т. д. Это приводит к системе из s обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка, которые называют уравнениями Лагранжа второго рода.

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} - Q_i = 0, \quad i \in [1:s], \quad (1)$$

где $T(q_i, \dot{q}_i, t)$ – кинетическая энергия системы, Q_i – обобщенная сила.

Общий порядок системы (1) равен $2s$. Равенства (1) представляют уравнение Лагранжа второго рода. Чтобы для конкретной механической системы составить уравнение, необходимо получить кинетическую энергию T и обобщенные силы Q_i , $i \in [1:s]$ как функции аргументов $q_1, \dots, q_s, \dot{q}_1, \dots, \dot{q}_s, t$, и подставить их в левую часть уравнений (1), произведя там необходимые дифференцирования.

Так как все силы, действующие на звенья манипуляторной системы имеют потенциал, то для вычисления обобщенных сил необходимо формализовать активные силы [1, 2], действующие на звенья манипулятора, в частности:

а) *Силы тяжести.* Поскольку звенья манипулятора рассматриваются как абсолютно твердые тела, силы тяжести приводятся к сосредоточенным силам, приложенным в центрах масс звеньев и направленным по вертикали вниз. Если направить по вертикали ось z неподвижной системы отсчета, то в этой системе сила тяжести s -го звена представится вектором-столбцом

$$G_s^0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -m_s g \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где m_s – масса звеньев гидравлического манипулятора; g – ускорение свободного падения.

Положение системы отсчета $O_s x_s y_s z_s$ относительно системы $O_{s-1} x_{s-1} y_{s-1} z_{s-1}$ полностью определяется заданием радиус-вектора $r_{O_s}^{s-1}$ точки O_s и матрицы направляющих косинусов $A_{0,s}$. Нали-

чие верхнего индекса означает, что вектор рассматривается как вектор-столбец, то есть как совокупность его проекций на оси локальной системы отсчета, номер которой совпадает с этим индексом.

Проектируя вектор G_s^0 на оси s -й локальной системы отсчета, получаем

$$G_s^s = A_{0,s}^{-1} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -m_s g \end{pmatrix} = -m_s g \begin{pmatrix} a_{31} \\ a_{32} \\ a_{33} \end{pmatrix}_{0,s}, \quad (3)$$

где $A_{0,s}^{-1}$ – обратная матрица $A_{0,s}$ направляющих косинусов, которая связывает системы координат $Oxyz$ и $O_s x_s y_s z_s$

$$A_{0,s} = A_{0,1}(0)P(q_1)A_{1,2}(0)P(q_2)\dots A_{s-1,s}(0)P(q_s). \quad (4)$$

a_{31} , a_{32} и a_{33} – элементы матрицы $A_{0,s}$, которые равны $a_{31}^{0,s} = \cos(z_0, x_s)$, $a_{32}^{0,s} = \cos(z_0, y_s)$, $a_{33}^{0,s} = \cos(z_0, z_s)$.

Вектор момента сил тяжести s -го звена относительно точки O_s определяется известным выражением

$$M_{O_s} \{G_s\} = r_{C_s} \times G_s, \quad (5)$$

где r_{C_s} – радиус-вектор точки C_s – центра масс s -го звена.

В проекциях на оси s -й системы отсчета получаем

$$M_{O_s}^s \{G_s\} = r_{C_s}^s \times G_s^s = m_s g \begin{pmatrix} a_{32} z_{C_s} - a_{33} y_{C_s} \\ a_{33} x_{C_s} - a_{31} z_{C_s} \\ a_{31} y_{C_s} - a_{32} x_{C_s} \end{pmatrix}_{0,s}. \quad (6)$$

Здесь и в дальнейшем $M_O \{P\}$ – главный момент относительно точки O и системы сил, главный вектор которой обозначен через P . Формулы (3) и (6) справедливы как для исполнительных звеньев, так и для звеньев передаточных механизмов.

Приведение сил тяжести s -го звена к k -й системе отсчета ($k < s$) производится по формулам, известным из статики:

$$G_s^k = A_{k,s} G_s^s = -m_s g \begin{pmatrix} a_{31} \\ a_{32} \\ a_{33} \end{pmatrix}_{0,k}, \quad (7)$$

$$M_{O_k}^k \{G_s\} = r_{O_s}^k \times G_s^k + M_{O_s}^k \{G_s\} = r_{O_s}^k \times G_s^k + A_{k,s} M_{O_s}^s \{G_s\}. \quad (8)$$

Здесь вектор $r_{O_s}^k$ зависит от обобщенных координат q_{k+1}, \dots, q_s .

б) *Силами полезного сопротивления* принято называть силы, приложенные к технологическому оборудованию или исполнительным звеньям гидравлического манипулятора, которые выполняют операцию рабочего цикла (силы, для преодоления которых и создан механизм). Во время работы совершаются подъемно-переместительные операции, рабочей нагрузкой является сила тяжести груза. Она приложена к s -му исполнительному звену и определяется в соответствии с формулами (3) и (6).

Необходимо обратить внимание, что на звенья стреловой конструкции работающего гидравлического манипулятора в лесной отрасли воздействуют дополнительные нагрузки, которые порой могут в 2,5 раза превышать нагрузку, вызванную максимальной силой тяжести груза. Поэтому, предлагается, что эти нагрузки приводятся к силе P_H и моменту $M_{O_n} \{P_H\}$, приложенным к s -му звену исполнительного механизма.

$$P_H^0 = P_H^0(x_M^0, y_M^0, z_M^0, \psi, \theta, \varphi, \dot{x}_M^0, \dot{y}_M^0, \dot{z}_M^0, \dot{\psi}, \dot{\theta}, \dot{\varphi}, t), \quad (9)$$

$$M_{O_n}^0 \{P_H^0\} = M_H^0(x_M^0, y_M^0, z_M^0, \psi, \theta, \varphi, \dot{x}_M^0, \dot{y}_M^0, \dot{z}_M^0, \dot{\psi}, \dot{\theta}, \dot{\varphi}, t), \quad (10)$$

где x_M^0, y_M^0, z_M^0 – координаты полюса захвата в неподвижной системе отсчета, φ, ψ, θ – углы Эйлера, определяющие его ориентацию. Выражая обобщенные координаты и скорости захвата через q_s и \dot{q}_s с помощью функции положения, можно получить зависимости P_H^0 и M_H^0 от q_s, \dot{q}_s и t .

в) *Силы, создаваемые упругими элементами.* В современных гидравлических манипуляторах часто используются упругие элементы, позволяющие частично разгрузить передаточные механизмы от статических и динамических нагрузок. В динамических моделях гидравлического манипулятора предполагается, что упругие элементы соединяют два соседние звена механизмов гидравлического манипулятора.

В общем случае сила, создаваемая упругим элементом, соединяющим $(s-1)$ -е s -е звенья, зависит от q_s

$$P_{y_s}^s = P_{y_s}^s(q_s). \quad (11)$$

Здесь $P_{y_s}^s$ – вектор проекций на оси s -й локальной системы отсчета упругой силы, действующей на s -е звено гидравлического манипулятора. Характер зависимости (11) определяется из геометрических соотношений. Зная координаты точки приложения B_s силы $P_{y_s}^s$, легко определить момент этой силы относительно точки O_s

$$M_{O_s}^s \{P_{y_s}^s\} = r_{B_s}^s \times P_{y_s}^s. \quad (12)$$

Приведение силы $P_{y_s}^s$ и момента $M_{O_s}^s \{P_{y_s}^s\}$ к другой системе отсчета производится по формулам, аналогичным (7) и (8).

г) *Демпфирующие силы.* Для улучшения динамических характеристик манипуляционной системы в конструкциях гидравлических манипуляторов используются демпферы – устройства, создающие силы сопротивления движению. Особенно часто демпферы применяются для обеспечения плавного торможения исполнительных звеньев в конце определенного этапа движения, например при подходе к точке позиционирования. В гидравлических манипуляторах функцию демпфера обычно выполняют гидравлические цилиндры, установленные между соседними звеньями исполнительного механизма. Сила, создаваемая демпфером, соединяющим $(s-1)$ -е и s -е звено, зависит в общем случае от координаты q_s и скорости \dot{q}_s

$$P_{D_s}^s = P_{D_s}^s(q_s, \dot{q}_s). \quad (13)$$

Тогда момент этой силы относительно точек O_s определяется по формуле

$$M_{O_s}^s \{P_{D_s}^s\} = r_{B_s}^s \times P_{D_s}^s. \quad (14)$$

д) *Движущие силы D_s .* В стреловом механизме манипулятора имеется выходное звено, совершающее обычно либо вращательное, либо поступательное движение. Это звено непосредственно соединяется с входным звеном соответствующего передаточного механизма манипулятора, приводящего в движение одно из исполнительных звеньев.

е) Кроме движущих сил, рассматриваются обобщенные *исполнительные силы Q_{i_s}* , прикладываемые к исполнительным звеньям манипулятора передаточными механизмами. Точнее, это – силы или моменты сил взаимодействия между выходными звеньями передаточных механизмов и исполнительными звеньями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коловский М.З., Слоущ А.В. Основы динамики промышленных роботов. – М.: Наука. Глав. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 240 с.
2. Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника / пер. с англ. А.А. Сорокин; ред. В. Г. Градецкий. – М.: Мир, 1989. – 622 с.
3. Бакай Б. Я. Попереднє представлення рівняння динаміки маніпулятора методом Лагранжа-Ейлера // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.18. – С. 322–327.

УДК [630*:65.011.54]:621.825

КАРДАННАЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ МУФТА

Р.Г. Боровиков,

канд.техн. наук, доцент, ФГБОУ ВГЛТА, г. Воронеж, РФ
borovikov_roman@mail.ru

В статье рассматривается новая конструкция предохранительного устройства для карданного привода лесохозяйственных и сельскохозяйственных машин.

Работая в довольно сложных условиях, ротационные лесохозяйственные машины достаточно часто подвергаются перегрузкам (попадание в рабочие органы пней, корней, порубочных остатков и т.д.). Это говорит о необходимости защиты рабочих органов и приводов машин. Для этого применяются различные предохранительные устройства.

Конструкция и место расположения предохранительного устройства должны обеспечивать удобство в обслуживании, регулировки, смазки, устранение неисправности, легкость монтажа и демонтажа.

Для создания нового предохранительного устройства нужно учитывать надежность и долговечность, так как с увеличением срок службы уменьшается эксплуатационные и ремонтные расходы на машину.

Однако многие существующие конструкции карданных предохранительных устройств обладают рядом недостатков и в том числе большой динамической нагруженностью [1, 2].

С целью снижения динамических нагрузок в Воронежской государственной лесотехнической академии на кафедре деталей машин и инженерной графики разработана конструкция к предохранительного устройства карданного привода лесохозяйственной машины. Снижение динамических нагрузок осуществляется за счет введения в конструкцию упругих элементов, которые позволяют уменьшить жесткость линий передач, а также повысить демпфирование.

Предохранительное устройство состоит из свободно установленной на валу 1 карданной вилки 2. Втулки 3 с возможным осевым перемещением по шлицам, выполненной в виде ступицы с упругим элементом 4. Между вилкой и втулкой 3 установлены двухкулачковые шайбы 5, одна из которых закреплена в упругом элементе 4 втулки 3. Для прижатия шайб имеется цилиндрическая пружина 6 контактирующая с регулировочными гайками 7, навинчиваемых на вал 1.

Предохранительное устройство работает следующим образом.

При нормальном режиме работы движение передается с фигурной вилки 1 на вал 2 через упругий элемент 4 втулки 3, при помощи двухкулачковых шайб 5.

При возникновении перегрузки вал 2 и втулка 3 останавливаются, втулка 3 сжимает пружину 6, зубья шайб выходят из зацепления. Предохранительное устройство срабатывает с последующей пробуксовкой.

Достоинством предложенной конструкции заключается в снижении динамические нагрузок и металлоемкости за счет упругого элемента во втулке.

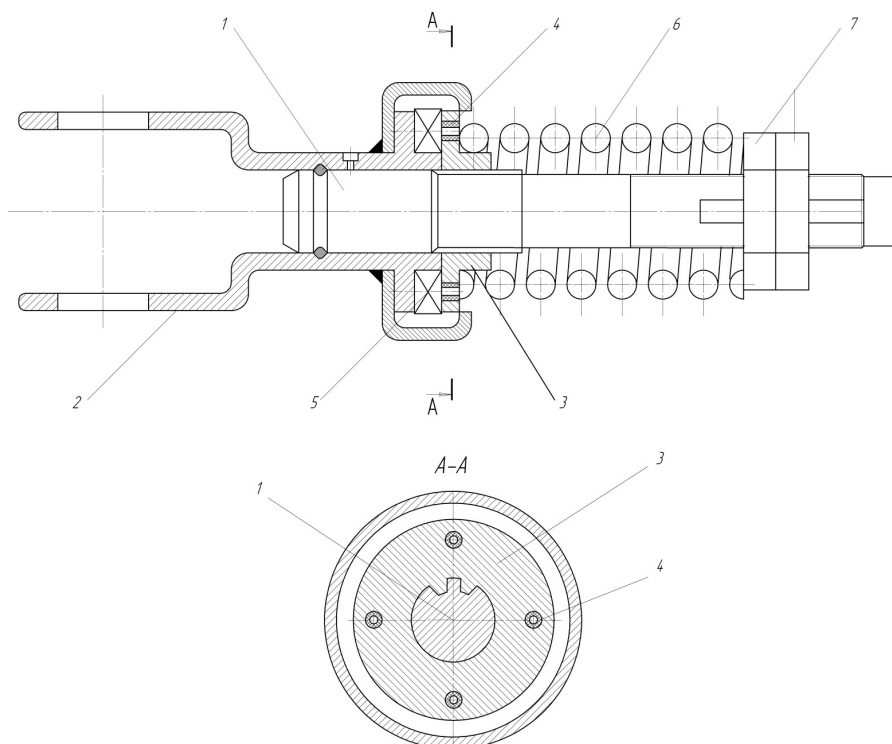


Рис. Карданное предохранительное устройство

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карамышев В.Р., Нартов П.С. Повышение надежности работы предохранительных муфт лесохозяйственных машин. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1993 – 140 с.
2. Патент на полезную модель 62680 РФ, МКИ F 16Д 7/04. Карданная предохранительная муфта / Р.Г. Боровиков, П.Н. Щерблякин; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. – № 2006125998/22; заявл. 17.07.2006; опубл. 27.04.2007, Бюл. № 12. – 3 с.

Т.Х. Галеев,

аспирант, ФГБОУ ВПО КНИТУ, г. Казань, РФ
aksissound@gmail.com

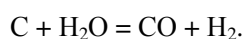
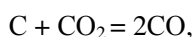
В статье рассмотрен процесс получения моторного топлива методом паровой газификации.

Утилизация древесных отходов всегда была большой проблемой руководителей лесозаготовительных и перерабатывающих предприятий. В настоящее время известно множество способов утилизации древесных отходов. Наиболее простым способом утилизации древесных отходов является их термическая переработка путем прямого сжигания с целью получения того или иного продукта. Более сложными, но более эффективными, являются методы конверсии древесных отходов, т.е. разложение древесины под действием высокой температуры в зависимости от температурного предела нагрева, условий подвода тепла и вида применяемого теплоносителя.

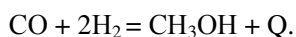
На кафедре «Переработка древесных материалов» КНИТУ (г. Казань), был разработан процесс комплексной энерготехнологической переработки древесных отходов в моторное топливо через стадию получения метанола. Несмотря на то, что доля метанола, используемого на производство моторного топлива, в настоящее время еще невелика, его применение для топливно-энергетических целей стало весьма перспективным. Это обусловлено возможностью получения метанола из любого углеродсодержащего сырья и его неограниченными запасами, что позволяет использовать метанол в качестве полупродукта в производстве синтетического моторного топлива. Процесс осуществляется по следующему циклу:

Древесные отходы → пиролиз → газификация → синтез-газ → метанол → синтетический бензин.

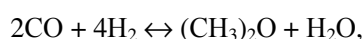
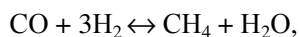
Технологически способ проходит по реакции конверсии углерода с водяным паром:



реакция идет с поглощением тепла. Продуктом реакции является синтез-газ. При наличии этих двух компонентов можно напрямую синтезировать метанол. Реакция идет по следующей формуле:



Одновременно протекают побочные реакции:



Сложность в том, что конечный продукт получается лишь при высоком давлении и высокой температуре ($P > 20$ атм., $T = 350$ °С), и при наличии катализатора. Этим и объясняется сложное технологическое оборудование, высокие капитальные затраты и многостадийность производственного процесса. Полученный метанол выводится из реакции охлаждением до температуры конденсации, а не сконденсировавшие газы идут в рецикл.

Температура процесса зависит, главным образом, от активности применяемого катализатора и варьируется в пределах от 250 до 420°С.

Ниже представлена схема разработанного процесса получения метанола (рис.).

Процесс получения метанола осуществляют контактированием питающего потока, с катализатором синтеза метанола; полученный технологический поток затем охлаждают, конденсируют и сепарируют на газовую фазу и жидкую фазу. В качестве питающего потока используют синтез газ, полученный паровой газификацией древесного угля, путем пиролиза предварительно высушенных древесных отходов. Затем питающий поток после компримирования направляют в реактор, где поддерживают температуру 250-300°С за счет испарения оборотной воды, выделяемой из сырого метанола. Пар от оборотной воды из реактора направляют на газификацию древесного угля, охлаждение технологического потока осуществляют кондуктивно от питающего потока, а конденсацию проводят дросселированием. После сепарации газовую фазу делят на два потока, при этом один поток направляют на сжигание в пиролизную камеру, а второй поток направляют на эжектирование в соотношении газового потока к питающему потоку, равном 10:1, соответственно.

Решение технической задачи позволяет получать метанол в процессе безотходного экологически чистого производства без использования дополнительной энергетических ресурсов с последующим получением синтетического бензина.

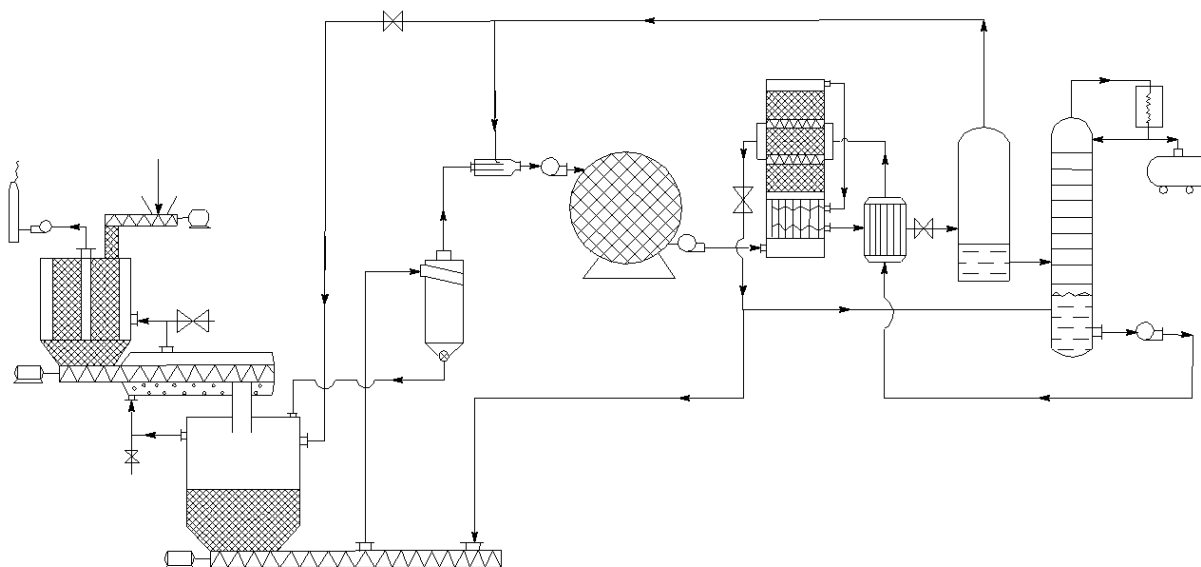


Рис. Схема установки по получению метанола из древесных отходов

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Разработка технологии получения моторного топлива из отходов деревообработки / Р.Г. Сафин, Н.Ф. Тимербаев, З.Г. Саттарова, Т.Х. Галеев // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – №1. – С. 205–207.
2. Тимербаев Н.Ф., Сафин Р.Г., Галеев Т.Х. Разработка технологии получения метанола из древесных отходов // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – №3. – С. 168–170.
3. Хисамеева А.Р., Галеев Т.Х. Процесс газификация как этап для получения моторного топлива // Материалы 3-й Всероссийской студенческой научно-технической конференции «Интенсификация тепло-массообменных процессов, промышленная безопасность и экология». – Казань, 2012. – С. 105–107.
4. Салдаев В.А., Просвирников Д.Б. Конструкция гидрозатворов в реакторе для паровзрывной обработки лигноцеллюлозных материалов // Материалы 3-й Всероссийской студенческой научно-технической конференции «Интенсификация тепло-массообменных процессов, промышленная безопасность и экология». – Казань, 2012. – С. 95–97.
5. Тимербаев Н.Ф., Сафин Р.Г., Хуснуллин И.И. Современное состояние процесса пирогенетической переработки органических веществ // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – №3. – С. 169–173.

УДК 630*311

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЭТАПА ТРАНСПОРТИРОВКИ ЗАГОТОВЛЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

О.А. Иванова,

аспирант, ФГБОУ ВПО ПетрГУ, г. Петрозаводск, РФ.
olga402i@mail.ru

В статье рассматривается проблема совершенствования технологического этапа транспортировки заготовленной древесины, учитывая состояние имеющейся лесотранспортной сети и подвижного состава, используемого на вывозке.

Безубыточное и устойчивое функционирование лесозаготовительных предприятий обусловлено факторами, связанными с совершенствованием применяемых технологий вывозки заготовленной древесины, поддержанием имеющейся сети лесовозных дорог в состоянии, удовлетворяющем предъявляемым к ним нормативным требованиям, а также строительством лесовозных дорог, для полного освоения разрабатываемых лесосек.

В настоящее время перед лесозаготовителем постоянно возникает проблема о направлении совершенствования этапа транспортировки заготовленной древесины. К возможным путям её решения можно отнести развитие лесотранспортной инфраструктуры на основе дорог общего пользования, магистралей, веток и усов лесовозных дорог, реконструкции имеющейся дорожной сети, а также полное или частичное обновление подвижного состава, используемого на вывозке. Применение вышеизложенных направлений в комплексе или по отдельности способствует минимизации суммарных затрат на транспорт древесины.

Исходя из выше изложенного, сформулируем существующую проблему в виде задачи, в условии которой примем, что лесозаготовительное предприятие занимается заготовкой и транспортировкой заготовленных лесоматериалов. Транспортировка потребителю осуществляется по сети лесовозных дорог и дорог общего пользования лесовозными автопоездами. Для увеличения объёмов вывозки, и получения максимальной прибыли на этапе транспортировки заготовленных лесоматериалов предприятие имеет возможность расширять производство, развивая дорожную сеть или обновляя подвижной состав, используемый на вывозке. Необходимо обосновать выбранный путь совершенствования этапа транспортировки древесины.

Решение поставленной задачи возможно с использованием метода анализа иерархии, который относится к группе методов многокритериального принятия решения. Метод анализа иерархии включает в себя четыре этапа [1].

1. Формализация задачи в виде иерархической структуры с несколькими уровнями: цель, критерии, альтернативы.
2. Определение степени важности критериев и альтернатив по каждому критерию с помощью матриц парных сравнений.
3. На основе полученных матриц парных сравнений вычисляются коэффициенты важности и индекс согласованности при помощи которого проверяется согласованность матриц парных сравнений.
4. Подсчет итогового веса каждой альтернативы.

Формализация задачи в виде иерархической структуры представлена на рисунке.



Рис. Иерархическая структура формализации задачи

Для достижения поставленной цели выделены возможные альтернативы выбора направлений развития и критерии эффективности для каждой рассматриваемой альтернативы. К критериям эффективности решаемой задачи относятся затраты на содержание машино-смен автопоездов используемых на вывозке, себестоимость вывозки 1 м³ лесоматериалов, производительность автопоездов, затраты на строительство, ремонт дорожной сети и приобретение подвижного состава, количество автопоездов используемых на вывозке.

Для описания возможных альтернатив введены основные обозначения:

ИИА – использование имеющегося автопарка;

ПЗА – полная замена автопарка;

ЧЗА – частичная замена автопарка;

РД – ремонт дорог;

СД – строительство дорог.

После составления иерархической структуры задачи устанавливаются приоритеты критериев и оценки альтернатив по каждому критерию на основе матриц парных сравнений. Составление матриц парных сравнений начинается с главного иерархического уровня, в котором описываются критерии, действующие в задаче. Элементы матрицы отображают важность рассматриваемых критериев относительно друг друга и оцениваются по шкале, предложенной Т. Саати [1].

В случае определения важности альтернатив по каждому критерию, матрицы парных сравнений составляются на основе ранее рассчитанных данных рассматриваемого критерия для каждой альтернативы.

Итоговый вес каждой альтернативы вычисляется как сумма произведений коэффициентов важности альтернатив по каждому критерию на коэффициенты важности рассматриваемых критериев.

Выбор наилучшей из рассматриваемых альтернатив является альтернатива с наибольшим значением итогового веса.

Применение описанной задачи на практике позволит лесозаготовителю:

1) определиться с выбором направления совершенствования технологического этапа транспортировки заготовленной древесины, учитывая затраты на содержание машино-смен автопоездов используемых на вывозке, себестоимость вывозки 1 м³ лесоматериалов, производительность применяемых автопоездов, затраты на строительство, ремонт дорожной сети и приобретение подвижного состава, количество автопоездов используемых на вывозке;

2) обосновать применяемые на вывозке технологические схемы;

3) улучшить технико-экономические показатели всего предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. / под ред. Р.Г. Вачнадзе. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

УДК 658.634.0.18

ОРГАНИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСНОЙ СРЕДЫ

С.И. Кожурин,

канд. техн. наук, доцент, ФБГОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ
lid@kstu.edu.ru

В статье рассматривается новая система организации лесопользования с учетом средообразующей роли речных бассейнов.

Исходя из эколого-экономического понимания, устойчивое управление лесными ресурсами достижимо при соблюдении принципов многоцелевого адаптивного лесопользования на уровне водосборов. Данная концепция исходит из условий реализации всех видов лесопользования, уравновешенных с экономическими и экологическими возможностями леса. Это означает, что хозяйственное воздействие на лесные экосистемы не должно приводить к утрате ими способности к самовосстановлению, снижению продуктивности и биологического разнообразия. Лесоэксплуатация должна осуществляться на основе научных прогнозных исследований, с учетом исходного состояния лесных массивов, а также организации лесосечных работ, технических средств и технологии их проведения, которые не должны приводить к невосполнимому ухудшению состояния окружающей среды.

В пределах каждого лесного массива не все участки в одинаковой степени выполняют водоохранный-защитные функции. Одни из них – например, опушки леса по границам с безлесными пространствами, полосы вдоль оврагов, осыпей, берегов рек, леса на крутых и горных склонах и у истоков рек – играют исключительно большую стокорегулирующую и защитную роль, другие – участки леса на ровных местах и пологих склонах – имеют меньшее защитное значение. Поэтому способы рубок, техника и технология лесосечных работ, лесовосстановительные и другие мероприятия на различных участках должны быть дифференцированы.

Территорию области можно разделить на водосборные бассейны, которые различаются по геоморфологическим, почвенным, гидрологическим и климатическим показателям, а также характеризуются различными уровнями лесистости. В настоящее время можно выделить водосборные бассейны рек Костромы, Ветлуги, Унжи и Волги.

Бассейн реки Костромы включает следующие административные районы: Солигаличский, западную часть Чухломского (без бассейна р. Виги и ее притоков), Буйский, Галичский (за исключением верховьев р. Неи на востоке), Сусанинский, левобережную (северную) часть Судиславского по линии Первушино – Судиславль – Александров (верховья Шачи, Андобы и Мезы) и северную часть Островского (верховья бассейна р. Тебзы).

Бассейн реки Унжи включает в себя районы: восточная часть Чухломского (с бассейнами р. Виги и ее притоков), Кологривский, Межевской, северная часть (по линии железной дороги Кострома – Киров), Антроповского и Парфеньевского, Нейский (без среднего течения р. Шуи), Мантуровский, небольшая часть Шарьинского (с верховьями рек Болть и Пумина) и Макарьевский.

Ветлужский бассейн состоит из административных районов: Пыщугского, Павинского, Вохомского, Боговаровского, Шарьинского (без верховьев рек Болть и Пумина) и Поназыревского.

Бассейн Волги включает в себя правобережную часть Костромского района, Нерехтский, южную (с бассейном р. Покши) и восточную (с верховьями р. Меры и Сендеги) часть Судиславского района, Островский (без верховьев р. Тебзы), основную часть (по линии железной дороги Кострома – Киров) Антроповского, небольшую (в среднем течении р. Шуи) часть Парфеньевского и Нейского, Кадыйский район.

Современные границы Костромской области не проходят по водоразделам рек. Настоящее состояние большинства рек Костромской области требует последовательного изменения ведения лесного хозяйства. Это можно реализовать на практике только с учетом геоморфологии края, важным элементом которой является речной бассейн. Меры по сохранению средообразующих функций речных бассейнов, увязанные с экономическими факторами территорий должны предопределять границы лесохозяйственных предприятий. Это позволит координировать все лесохозяйственные мероприятия с учетом их воздействия на гидрологию реки и экологическое состояние окружающей среды. Такая реорганизация требует подробного экономического анализа.

Как вариант изменения структуры организации лесного хозяйства в далекой перспективе, на территории области можно выделить три крупных речных бассейна рек Костромы, Унжи и Ветлуги, которые могут выступать в качестве хозяйственных единиц, равных трем крупным управляющим лесничествам, площадью от 46 200 до 88 700 км². Каждый из них будет содержать 12–16 участковых лесничеств в пределах бассейнов более малых рек – притоков рек Костромы, Унжи и Ветлуги. По сравнению с существующей организацией лесного хозяйства области существенно уменьшится число управляющих лесничеств (с 23 до 3) и число участковых лесничеств (со 130 до 40–60). Однако существующая материальная и техническая база лесного хозяйства области, недостаток развитой транспортной сети потребуют значительных материальных затрат, т.е. создание такой структуры управления природными ресурсами затянется не на один год.

Другой вариант предусматривает более дифференцированный подход к выделению хозяйственных единиц, без изменения границ и структуры лесохозяйственных предприятий. Для группы лесничеств, расположенных в бассейне реки, составляются комплексные планы по ведению хозяйства с учетом водоохранной роли леса. Такой подход позволит уже сегодня принять действенные меры по сохранению средообразующих функций речных бассейнов.

При этом выделяется несколько категорий водосборов, максимально соответствующих по своим размерам, существующим в настоящее время структурным подразделениям лесного хозяйства. Таким образом, число структурных единиц лесного хозяйства не меняется, однако границы их территорий по необходимости со временем корректируются, включая в себя один или несколько речных бассейнов малых и средних рек.

Необходимо рассмотреть территориальное соотношение площадей водосборных бассейнов рек области и государственных лесохозяйственных учреждений. За структурную хозяйственную единицу, осуществляющую управление лесами на конкретной территории, взяты площади управляющих лесничеств. Бассейны рек приведены к данной единице в долях, образующих действующее лесничество.

Выборочный анализ показывает, что 85 % территории Нейского лесничества располагается в бассейне р. Неи (30 %), с притоком Нельша (55 %); бассейны рек Немды и Унжи соответственно составляют 14 и 1 % территории лесничества.

С другой стороны, совокупность площадей лесничеств образует площадь бассейна. Так, территория бассейна р. Костромы занимает 5 % площади Судиславского, 65 % – Буйского, 75 % – Солигаличского, 26 % – Чухломского лесничества.

Галичское лесничество географически практически совпадает с водосбором р. Вексы. Бассейн р. Немды включает в себя Кадыйское и Антроповское лесничества. Судиславское лесничество объединяет бассейны рек Шача, Андоба, Меза. Северная часть бассейна р. Унжи территориально охватывает Кологривское лесничество и т.д.

Дальнейшая детальная проработка вопроса и внедрение системы лесопользования в Костромской области по бассейнам рек способствует повышению устойчивости природопользования до уровня международных требований. Актуальность данного процесса все более нарастает, поскольку Россия участвует в двух международных процессах в области устойчивости управления лесами – Монреальском процессе по бореальным лесам и Хельсинском процессе по лесам Европы.

УДК630*331

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ХАРВЕСТЕРОВ И ФОРВАРДЕРОВ

М.В. Коломинава,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО УГТУ, г. Ухта, РФ.

mk1108@mail.ru

В статье рассматривается методика расчета производительности харвестеров и форвардеров, а также предлагается один из вариантов увеличения производительности этих лесозаготовительных машин.

На территории Республики Коми лесозаготовительные работы ведутся преимущественно сплошнолесосечным способом. При этом на многих предприятиях лесозаготовки осуществляются по сортиментной технологии с использованием харвестеров и форвардеров.

При оценке экономической эффективности того или иного технологического процесса лесозаготовки важным показателем является часовая производительность применяемых машин и механизмов [1].

Под производительностью механизма, машины, поточной линии понимают количество работы, выполненной в единицу времени (час, смену, сутки и т.п.). На лесозаготовках количество работы оценивается чаще всего в кубических метрах (m^3) обработанной или перемещенной древесины.

Расчетная часовая производительность лесозаготовительной машины, $m^3/час$, в общем виде рассчитывается по формуле

$$\Pi_{расч} = \frac{3600V_i}{t_{ц}}, \quad (1)$$

где 3600 – переводной коэффициент; V_i – объем работы, выполненной за один цикл; $t_{ц}$ – время цикла, с.

Часовая производительность харвестера (валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины), $m^3/час$, рассчитывается по формуле

$$\Pi_{хар} = \frac{3600V_x}{t_{\delta} + t_{np} + t_c + t_{перех}k}, \quad (2)$$

где V_x – средний объем дерева (хлыста), m^3 ; t_{δ} – время доставки манипулятором валочно-сучкорезно-раскряжевочной головки (ВСРГ) к дереву и подтаскивание его к месту обработки, с; t_{np} – время протаскивания дерева через сучкорезные ножи, с; t_c – время на спиливание и раскряжевку хлыста на сортименты, с; $t_{перех}$ – время перехода между рабочими позициями в расчете на одно дерево, с.

Формулу (2) детально можно расписать как:

$$\Pi_{хар} = \frac{3600V_x}{t_{\delta} + \frac{l_x}{v_{np}} + \frac{\pi d_{cp}^2 n_{np}}{4\Pi_{чист.пил}} \cdot k_n + \frac{10^4 V_x k}{\Delta vq}}, \quad (3)$$

где l_x – средняя длина дерева (хлыста), м; v_{np} – скорость протаскивания при обрезке сучьев, м/с; $\pi = 3,14$; d_{cp} – средний диаметр спиливаемого дерева (хлыста), м; n_{np} – число пропилов при раскряжевке, включая спиливание; $\Pi_{чист.пил}$ – производительность чистого пиления, $m^2/с$; k_n – коэффициент использования производительности чистого пиления; м; 10^4 – переводной коэффициент; k – коэффициент, учитывающий время на повороты харвестера на границах делянки; q – средний запас леса на 1 га, $m^3/га$; Δ – ширина ленты, разрабатываемой харвестером, м; v – скорость движения харвестера по лесосеке, м/с.

Часовая производительность форвардера (трелевочной машины сортиментов), $m^3/час$, определяется по формуле

$$\Pi_{фор} = \frac{3600V_n}{t_{\delta\phi} + t_{сб.-ум}}, \quad (4)$$

где V_n – объем трелеваемой пачки сортиментов, m^3 ; $t_{\delta\phi}$ – время на передвижения форвардера за один рейс, с; $t_{сб.-ум}$ – время на сбор и штабелевку сортиментов за один рейс форвардера, с.

Формулу (5) детально можно расписать как:

$$\Pi_{фор} = \frac{3600V_n}{\frac{l_{cp}k_m}{v_{фор}} + \frac{t_{захв}V_n}{V_c}}, \quad (5)$$

где l_{cp} – среднее расстояние трелевки, м; $v_{фор}$ – средняя скорость движения форвардера, м/с; k_m – коэффициент, учитывающий время маневров форвардера на лесосеке и погрузочном пункте, с; $t_{захв}$ – время одного цикла захвата пачки сортиментов, переноса их и укладки в штабель, с; V_c – объем пачки сортиментов, захватываемых за один прием, m^3 .

Производительность харвестеров и форвардеров зависит от многих факторов: объема ствола, породного состава древостоя, свойств грунтов, характеризующих проходимость и скорость движения машин по лесосеке, рельефа местности, характера крон, запаса леса на 1 гектаре, числа видов получаемых сортиментов, густоты подроста, конструктивных особенностей лесозаготовительных машин и др.

Также важнейшим фактором, влияющим на производительность лесозаготовительных машин, является человеческий фактор, а именно мотивация и навыки оператора, его биологические и психофизиологические возможности.

Исследованиями установлено, что после трех часов работы в первой половине трудового дня и двух часов работы во второй половине трудового дня у оператора наступает физиологическая усталость из-за действия длительной интенсивной психологической и умственной нагрузки, вследствие чего происходит увеличение затрат времени на оценку объекта труда, принятие решения и подачу управляющих команд, а следовательно снижение производительности труда [2].

Рассмотрим режим работы харвестера одного из лесозаготовительных предприятий Республики Коми. В первую 9-часовую рабочую смену на одной машине работает один оператор, а во вторую 9-часовую рабочую смену на этой же машине работает второй оператор (рис. 1).

Режим работы харвестера по базовому варианту за одну машино-смену (18 ч) с учетом существующих биоритмов организма человека можно расписать следующим образом:

- 6⁰⁰–9⁰⁰ – интенсивная работа 1-го оператора;
- 9⁰⁰–10⁰⁰ – снижение работоспособности 1-го оператора;
- 10⁰⁰–11⁰⁰ – перерыв в работе 1-го оператора;
- 11⁰⁰–13⁰⁰ – интенсивная работа 1-го оператора;
- 13⁰⁰–15⁰⁰ – снижение работоспособности 1-го оператора;
- 15⁰⁰–18⁰⁰ – интенсивная работа 2-го оператора;
- 18⁰⁰–19⁰⁰ – снижение работоспособности 2-го оператора;
- 19⁰⁰–20⁰⁰ – перерыв в работе 2-го оператора;
- 20⁰⁰–22⁰⁰ – интенсивная работа 2-го оператора;
- 22⁰⁰–24⁰⁰ – снижение работоспособности 2-го оператора.

		18 часов										
		9 часов					9 часов					
		6 ⁰⁰	9 ⁰⁰	10 ⁰⁰	11 ⁰⁰	13 ⁰⁰	15 ⁰⁰	18 ⁰⁰	19 ⁰⁰	20 ⁰⁰	22 ⁰⁰	24 ⁰⁰
1 оператор		3ч.	1ч.	пе- ре- рыв	2ч.	2ч.						
2 оператор							3ч.	1ч.	пе- ре- рыв	2ч.	2ч.	

Рис. 1. Режим работы харвестера по базовому варианту

Если принять, что в период интенсивной работы оператора часовая производительность харвестера составляет 17 м³/ч, а в период снижения работоспособности – 12 м³/ч, то за одну машино-смену одним харвестером будет обработано $(5 \times 17) \times 2 + (3 \times 12) \times 2 = 242$ м³ древесины.

Рассмотрим такой вариант работы харвестера с учетом максимальных возможностей работы операторов, чтобы также по максимуму использовать возможности лесозаготовительной машины. Для этого на каждом харвестере вместо двух операторов будут задействованы три оператора (рис. 2).

		21 час											
		9 часов						9 часов					
		6 ⁰⁰	9 ⁰⁰	10 ⁰⁰	11 ⁰⁰	12 ⁰⁰	15 ⁰⁰	18 ⁰⁰	21 ⁰⁰	22 ⁰⁰	23 ⁰⁰	24 ⁰⁰	3 ⁰⁰
1 оператор		3ч.	всп. раб.	пе- ре- рыв	всп. раб.	3ч.							
2 оператор			3ч.	всп. раб.	пе- ре- рыв	всп. раб.	3ч.						
3 оператор								3ч.	тех. обс.	пе- ре- рыв	тех. обс.	3ч.	

Рис. 2. Режим работы харвестера по внедряемому варианту

Режим работы харвестера по внедряемому варианту в одну машино-смену (21 ч) с учетом биологических и психофизиологических возможностей человеческого организма можно расписать следующим образом:

- 6⁰⁰–9⁰⁰ – интенсивная работа 1-го оператора;
- 9⁰⁰–12⁰⁰ – интенсивная работа 2-го оператора, при этом в эти три часа 1-й оператор выполняет подсобно-вспомогательные работы, например, работы по укреплению волоков, подсортировке заготовленных лесоматериалов, выделяется 1 час для технологического перерыва 1-го оператора;
- 12⁰⁰–15⁰⁰ – интенсивная работа 1-го оператора, при этом в эти три часа 2-й оператор выполняет подсобно-вспомогательные работы, например, работы по укреплению волоков, подсортировке заготовленных лесоматериалов, выделяется 1 час для технологического перерыва 2-го оператора;
- 15⁰⁰–18⁰⁰ – интенсивная работа 2-го оператора;
- 18⁰⁰–21⁰⁰ – интенсивная работа 3-го оператора;
- 21⁰⁰–24⁰⁰ – выполнение технологического обслуживания машины 3-им оператором, выделяется 1 час для технологического перерыва 3-го оператора;
- 24⁰⁰–3⁰⁰ – интенсивная работа 3-го оператора.

Заметим, что у каждого оператора во второй половине рабочего дня интенсивная работа будет наблюдаться в течение всех трех часов, а не двух часов, как в базовом варианте, т.к. помимо 1 ч отдыха, еще 2 ч оператором выполнялась работа, не связанная с управлением харвестером.

Таким образом, эффективная оценка функционирования современных лесосечных машин возможна только при рассмотрении лесозаготовительных многооперационных машин в единой целостной системе с оператором. Исследование лесозаготовительных машин в системе с оператором позволяет найти новые ресурсы повышения производительности и, как следствие, эффективности лесозаготовительных процессов.

Да, по внедряемому варианту вместо двух операторов будут работать три человека и будет увеличено общее время машино-смены до 21 ч (хотя в принципе машина может работать и все 24 ч). Но из этого времени 18 ч будут приходиться на максимально возможную эффективную работу лесозаготовительной машины!!! И если принять, что в период интенсивной работы оператора часовая производительность харвестера составляет $17 \text{ м}^3/\text{ч}$, то за одну машино-смену одним харвестером будет обработано $18 \times 17 = 306 \text{ м}^3$ древесины!!!

Аналогично можно провести анализ работы форвардера.

Предлагаемый график работы особенно целесообразно применять при вахтовой организации труда на лесосечных работах, поскольку время машино-смены лесозаготовительных машин увеличено и время работы третьего оператора в основном приходится на вечерне-ночное время.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кочегаров В.Г., Бит Ю.А., Меньшиков В.Н. Технология и машины лесосечных работ. – М. : Лесн. пром-сть, 1990. – 392 с.
2. Луценко Е.В., Рябухин П.Б., Абраменко А.С. К решению вопроса повышения эффективности работы современных лесосечных машин // Вестник ТОГУ. – 2008. – №1(8). – С. 183–188.

УДК 630*323

ПРИМЕНЕНИЕ В РОССИИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН ИНОСТРАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.Ю. Лисов,

аспирант, ФГБОУ ВПО СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ
lisov-vladimir@yandex.ru

Лесозаготовительная техника – основополагающий сектор лесного бизнеса и от того, насколько она будет современной, качественной, надежной и доступна отечественному рынку, зависит будущее всего лесопромышленного комплекса России.

Основным способом повышения экономической эффективности проведения лесосечных работ является внедрение специализированных лесозаготовительных машин. Главное отличие лесозаготовительной машины от лесной машины заключается в том, что лесозаготовительная машина способна осуществлять валку деревьев.

Анализ выполненных объемов работ лесозаготовок за последние годы и сокращение парка лесозаготовительных машин отечественного производства свидетельствуют о масштабном внедрении иностранной техники.

Основная причина кроется в отставании технических характеристик, качества, надежности, эргономики и функциональных возможностей отечественной техники от зарубежных аналогов. Зарубежная техника ориентирует предприятия на переход от традиционной хлыстовой заготовки древесины на сортиментную, упраздняются нижнескладские операции и оборудование. Даже новая лесозаготовительная техника отечественного производства не всегда пользуется спросом из-за недоверия потребителей к качеству машин и отсутствия сервисного обслуживания в течение жизненного цикла. Зарубежные производители предлагают широкий модельный ряд аналогичной и модернизированной техники для любых природно- производственных условий России при высоком качестве, эргономике, организации обеспечения запасными частями и компьютеризации процесса работы. Применяемая во всем мире лесозаготовительная техника отличается большим разнообразием типов и моделей. По оценкам специалистов, за последние 30 лет зарубежные фирмы и заводы стран СНГ создали и модернизировали 900 моделей лесозаготовительной техники на гусеничном и колесном ходу.

Все лесозаготовительные машины можно классифицировать [1] по следующему ряду признаков:

1. Вид движителя:

- гусеничные;
- колёсные;
- шагающие.

2. Вид выполняемых технологических операций:

- валочные (ВМ);
- валочно-трелёвочные (ВТМ);
- валочно-пакетирующие (ВПМ);
- валочно-сучкорезно-раскряжёвочные (харвестеры);
- валочно-сучкорезные;
- валочно-сучкорезно-трелёвочные (ВСТМ).

3. Число выполняемых технологических операций:

- однооперационные;
- многооперационные.

4. По направлению действия технологического оборудования:

- фланговые;
- фронтальные;
- полноповоротные.

5. По ширине обрабатываемой полосы леса:

- узкозахватные (без гидроманипулятора);
- широкозахватные (с гидроманипулятором).

6. По применению в сортиментной или хлыстовой технологии заготовки:

- машины для хлыстовой технологии;
- машины для сортиментной технологии.

Производством лесозаготовительных машин занимаются свыше 30-ти фирм Западной Европы и Северной Америки [2]. Из них по количеству номенклатуры выпускаемых машин выделяются компании John Deere, Logset, Ponsse, Rottne, Tigercat, Timber Pro и Valmet. Лидирующее положение занимает John Deere (бывшая Timberjack). Каждая 4-я машина парка лесозаготовительной техники за рубежом выпущена этой компанией. Основные фирмы, производящие лесозаготовительные машины представлены в таблице 1.

В модельном ряде машины отличаются не только параметрически, но во многих случаях и компоновочными решениями. В целом внешняя компоновка машин имеет кубическое построение с доминирующим возвышением кабины оператора. Моделям каждой фирмы присущ свой характерный облик и свой фирменный цвет. Проработка внешних форм выполнена как с дизайнерских позиций, так и прочностных. Элементы моторного капота и кабины у большинства моделей выполнены с использованием овальных поверхностей.

Зарубежный парк лесозаготовительной техники в большинстве состоит из колёсных машин. По сравнению с гусеничными они имеют следующие преимущества:

- дешевле в изготовлении и более низкие эксплуатационные расходы;
- широкий диапазон рабочих и транспортных скоростей движения;
- щадящее воздействие на лесную среду;
- меньшая металлоёмкость;
- самостоятельное перемещение по дорогам общего назначения.

Гусеничные лесозаготовительные машины используются в особо сложных грунтовых и рельефных условиях.

В таблице 2 представлены колёсные и гусеничные лесозаготовительные машины, которые отличаются друг от друга видами выполняемых технологических операций.

В последние годы повышенное внимание уделяется разработке шагающих машин. Главное конструктивное отличие шагающих машин от колёсных и гусеничных состоит в движителе, обеспечивающем перемещение машины за счёт дискретного взаимодействия опорного звена (ноги) с грунтом, а главное эксплуатационное преимущество – проходимость в тех ситуациях, где колёсные и гусеничные машины не в состоянии передвигаться [3]. Основным недостатком шагающей машины является её тихоходность, что отразилось на весьма низкой производительности. Это отрицательно сказалось на возможности применения шагающих машин в эксплуатации.

Основные требования, предъявляемые потребителями к лесозаготовительной технике, заключаются в их простоте и надёжности, лёгкости в обслуживании и эксплуатации и главное – в высокой производительности при универсальной пригодности к выполнению различных видов работ. Достижение эффективности использования техники предусматривается решением широкого комплекса задач по интенсификации её применения за счёт создания универсальных машин для выполнения работ по заготовке леса. Такой подход обеспечивает снижение количественного состава парка лесозаготовительных

Таблица 1





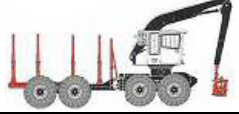

Основные фирмы-производители лесозаготовительных машин

№ п/п	Название фирмы
1	John Deere
2	Ponsse
3	Valmet
4	Caterpillar
5	Rottne
6	Tigercat
7	Timber Pro
8	Eco Log
9	Logman
10	Logset
11	Bell
12	Doosan AFM
13	Gremo
14	HSM
15	Pinox
16	MHT
17	Profi
18	Prosilva
19	Sampo
20	Silvatec
21	Valtra
22	Volvo

машин предприятия и улучшает его структуру, а также благоприятно сказывается на его обслуживании и содержании в процессе эксплуатации.

Таблица 2

Виды лесозаготовительных машин

№ п/п	Название лесозаготовительной машины	Вид лесозаготовительной машины
1	Колёсная валочно-трелёвочная машина с зажимным коником	
2	Колёсная валочно-пакетирующая машина с выравниванием кабины в горизонтальной плоскости	
3	Гусеничная валочно-пакетирующая машина с выравниванием кабины в горизонтальной плоскости	
4	Колёсная валочно-сучкорезно-раскряжёвочная машина (харвестер)	
5	Колёсная валочно-сучкорезно-раскряжёвочная машина с транспортировкой сортиментов (харвардер)	
6	Гусеничная валочно-сучкорезно-раскряжёвочная машина с выравниванием кабины в горизонтальной плоскости (харвестер)	

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесозаготовка: учебник для студ. высш. учеб. Заведений / В.И. Пяткин, Э.О. Салминен, Ю.А. Бит [и др.]. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2007. – 320 с.
2. Зарубежные машины и оборудование для лесозаготовок и лесовосстановления: учеб. для вузов / В.Д. Валяжонков, Ю.А. Добрынин, Ю.И. Провоторов, А.К. Редькин [и др.]. – М.: МГУЛ, 2006.– 238 с.
3. Охоцимский Д.Е., Голубев Ю.Ф. Механика и управление движением автоматического шагающего аппарата – М.: Наука, 1984. – 312 с.

УДК 621.181.011.56:674.8

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДЫМООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ГОРЕНИИ ДРЕВЕСИНЫ

Е.В. Саликова,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ
esalikova@list.ru

В.П. Чулков,

канд. техн. наук, профессор,
 ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ
ipchvr@rambler.ru

В статье рассматривается автоматизированная система контроля дымообразования при горении древесины, возможности ее применения в научно-исследовательской работе по оценке эффективности огнезащитных средств

Древесина является наиболее популярным материалом в современном строительстве, мебельном производстве. Она имеет такие положительные свойства, как экологичность, долговечность, морозоустойчивость, звукопроницаемость, эстетичность. Поэтому стоит задача сделать деревянные элементы интерьера как можно более устойчивыми к внешним воздействиям. Одной из главных проблем является горючесть древесины. Она поддерживает огонь, увеличивает его силу и может быть полностью уничтожена в пламени.

В связи с этим возникает задача, связанная с защитой древесины от горения. Огнезащитные средства не защищают дерево от огня полностью, но позволяют ему противостоять **действию пламени** намного лучше и дольше, что увеличивает сферу использования древесины в строительстве.

Задачей, поставленной перед нами, являлась разработка автоматизированного экспериментального комплекса, с помощью которого можно исследовать горючие свойства композиционных материалов с применением различных огнеупорных присадок с целью изучения их влияния на горючие свойства древесины и выявления наиболее эффективных.

Был проведен тщательный анализ методов оценки огнезащитной эффективности и был выбран метод оценки путем вычисления индекса дымообразования, так как он наиболее информативный и позволяет автоматизировать контроль проводимых экспериментов.

Структурная схема разработанной установки показана на рисунке 1.

В испытательной камере происходит термическое разложение испытуемого образца древесины, следствием чего является интенсивное дымообразование. Дым проходит по дымоходу испытательной камеры, на котором установлены источник и приемник излучения, связанные оптически друг с другом. При прохождении дымом участка дымохода между источником и приемником излучения изменяется светопропускание среды и, следовательно, изменяется освещенность и величина фототока приемника. Данные изменения в режиме реального времени можно наблюдать на амперметре и вольтметре, подключенных к приемнику. АЦП преобразовывает данный сигнал в цифровой для последующего ввода в ЭВМ и соответствующей обработки и вывода результатов контроля на экран монитора.

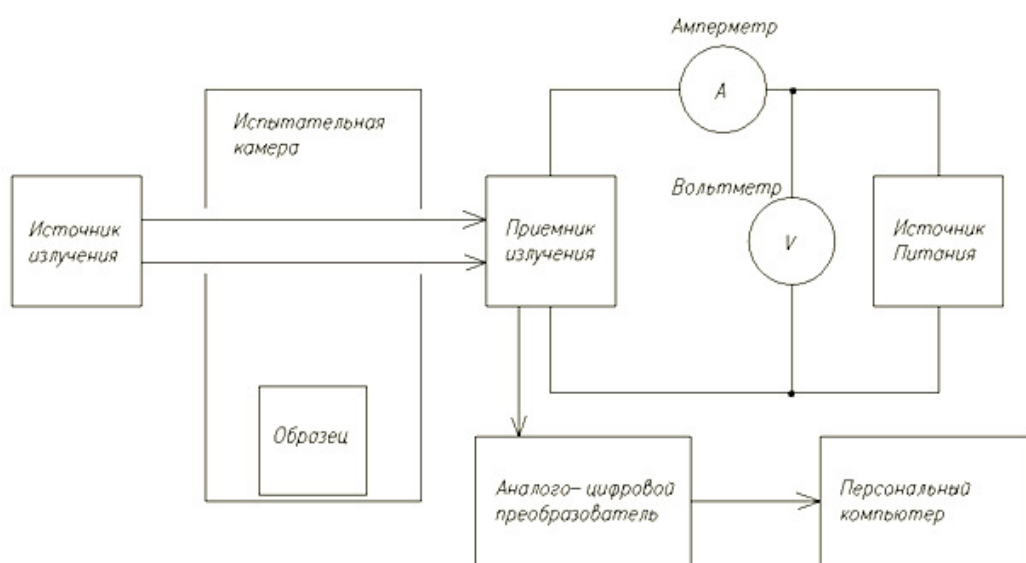


Рис. 1. Структурная схема автоматизированной установки для контроля дымообразования

В качестве излучателя используется светодиодная лампа, а приёмника излучения – фоторезистор (благодаря высокой чувствительности, простоте и низкой стоимости). В схеме включения фоторезистора предусмотрена температурная компенсация от температуры окружающей среды.

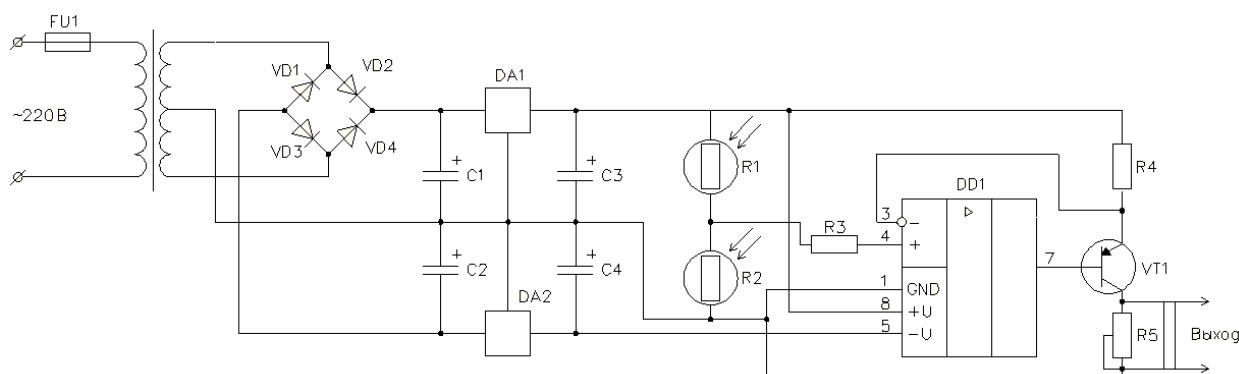


Рис. 2. Принципиальная схема преобразователя

Питание принципиальной схемы (рис. 2) осуществляется от сети 220В. Напряжение преобразуется трансформатором и выпрямляется диодным мостом, затем поступает на блоки стабилизации и конденсаторы фильтра C1 и C2. Полученное выпрямленное и стабилизированное напряжение подается на операционный усилитель DD1 и на вход делителя напряжения, реализованного на фоторези-

сторах R1 и R2. Фоторезистор R1 является приемником излучения и, в зависимости от степени освещенности, меняет свое сопротивление. Фоторезистор R2 – темновой, он устанавливается в непосредственной близости от R1. Такое подключение фоторезисторов обеспечивает компенсацию температурной нестабильности их характеристик. Усиление сигнала обеспечивает транзистор VT1. Выходной ток поступает через АЦП в ЭВМ.

Для проверки работоспособности устройства и написанной программы было выполнено компьютерное моделирование в специально предназначенной для моделирования устройств, содержащих микроконтроллеры, программе Proteus. Результаты моделирования представлены на рис. 3. Можно сделать вывод о работоспособности устройства и о правильности программы, написанной для микроконтроллера.

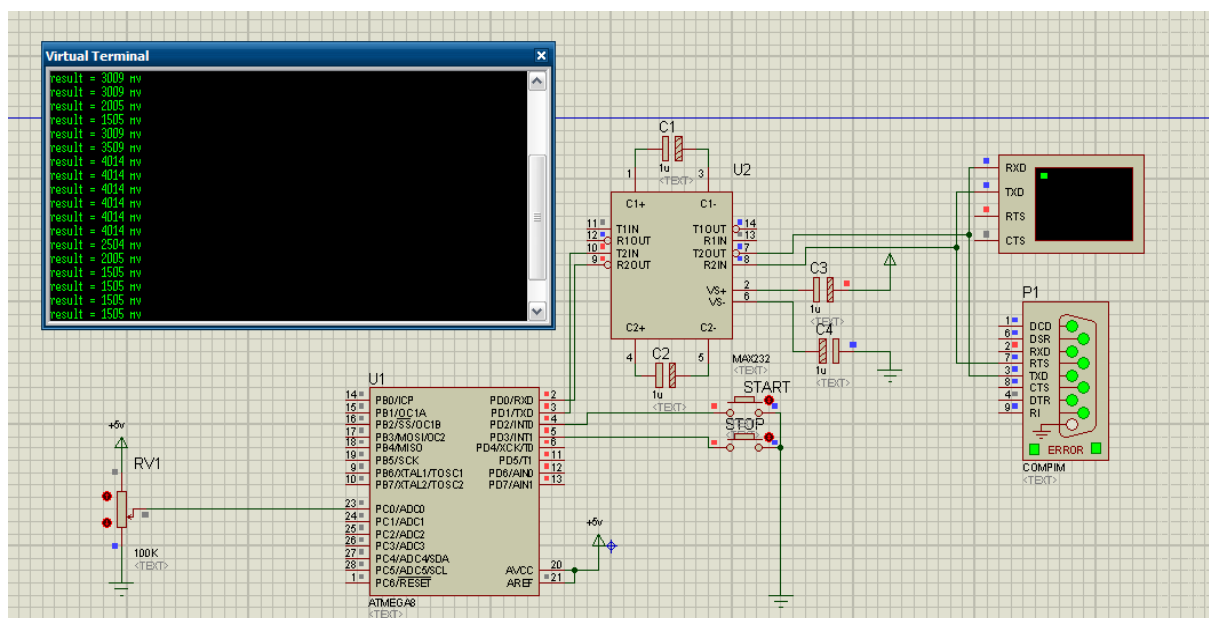


Рис. 3. Результаты электронного моделирования

Для проведения экспериментов по контролю дымообразования древесных материалов при горении был спроектирован и изготовлен из стали корпус установки. Внутри этого корпуса должно происходить термическое разложение древесного образца, и закреплены источник и приемник излучения.

Корпус установки состоит из таких основных элементов, как газовый преобразователь, дымоход и камера сгорания.

После анализа существующих схем газовых преобразователей была разработана схема, сочетающая в себе качества магистральных преобразователей с одно- и двухсторонним креплением. Особенностью разработанной схемы является совмещение дымохода с преобразователем. В дымоходе предусмотрен горизонтальный участок, в котором установлены приемник и излучатель света. Габариты корпуса сводятся к минимуму, а через преобразователь проходит достаточное количество дыма, необходимое для проведения измерений. Помимо этого излучатель и лучеприемник установлены таким образом, чтобы их можно с легкостью демонтировать, проводить их замену или очистку загрязненных поверхностей.

В камере происходит горение образца, находящегося на подставке, через специальные отверстия подсасывается воздух для поддержания горения. Дым вытягивается из камеры через трубу дымохода с помощью вентилятора. На горизонтальном участке дымохода уставлены защитные стекла, через которые излучателем происходит освещение лучеприемника, установленного на другом конце горизонтального участка дымохода.

Образцы для проведения экспериментов были изготовлены из прямослойной воздушно-сухой древесины с влажностью 8–15 % в виде прямоугольных брусков размером 40×40×20, отклонение от размеров не превышало 1 мм. Образцы древесины должны быть без видимых пороков и смоляных включений по ГОСТ 2140–81. Для проведения эксперименты были подготовлены образцы из пяти пород древесины: кедра, дуба, осины, березы и сосны. Для большей достоверности для исследования горения каждой породы древесины, отобранной для проведения эксперимента, было изготовлено по несколько образцов.

Перед началом эксперимента замерялся выходной ток при максимальном освещении приемника и темновой ток. Затем образец помещался в камеру с принудительной вентиляцией, под образец ставилась горящая спиртовка. В момент воспламенения образца спиртовку убирали. За время самостоятель-

ного горения образца снимались показания с прибора контроля с периодичностью 30 секунд, до полного сгорания образца.

Результаты проведенных экспериментов представлены на рисунке 4. При горении различных пород древесины, выделяется разное количество дыма, что и было зарегистрировано датчиком.

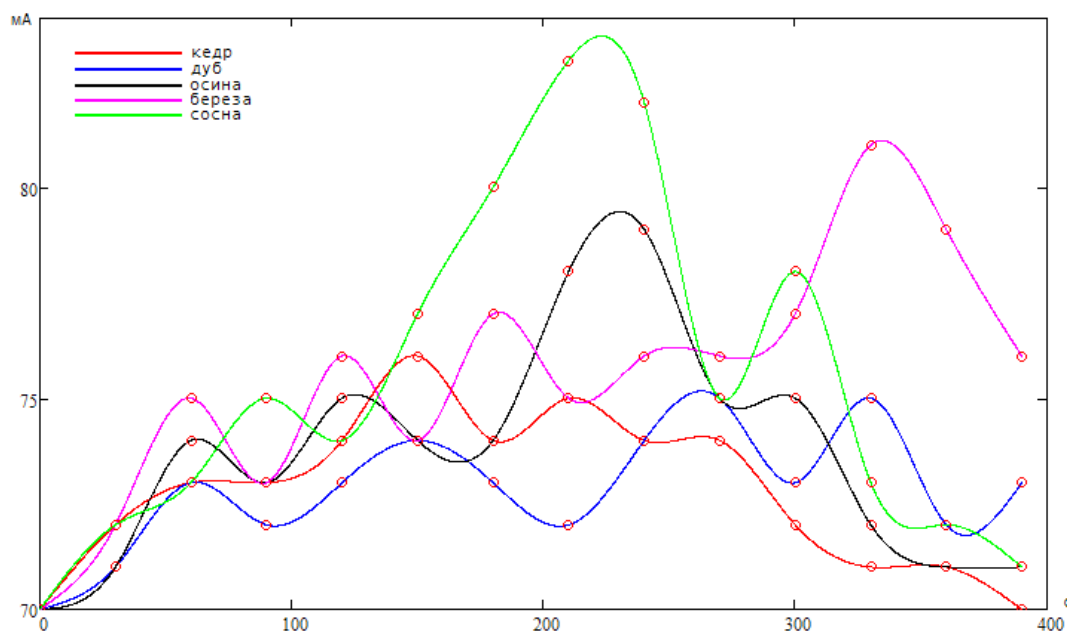


Рис. 4. Зависимость изменения тока на выходе преобразователя при горении образцов древесины

Можно сделать вывод об информативности разработанной системы и возможности ее применения в научно-исследовательской работе по оценке эффективности огнезащитных средств.

УДК 630.32.002.5(075.8)

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕЛЕВКИ КРУГЛОГО ЛЕСОМАТЕРИАЛА

Ю.И. Цимбалюк,

ассистент каф. лесопромышленного производства и лесных дорог,
Национальный лесотехнический университет Украины, г. Львов, Украина

В статье представлены результаты компьютерного моделирования трелевки круглого лесоматериала под пологом искусственного лесного массива с помощью прицепного трелевочного средства.

В искусственно созданных лесных массивах, при проведении рубок ухода, есть благоприятные условия для применения технологии разработки лесосек без прокладки технологических коридоров. Это наиболее осуществимо с применением малогабаритных трелевочных средств. Однако даже использование мини техники не исключает механических повреждений растущих деревьев во время трелевки. При этом, повреждения деревьев происходят в основном волочащейся частью лесоматериала, при транспортировке его в полупогруженном состоянии, особенно во время поворота трелевочной системы и обходе препятствий на пути движения. Исходя из этого, можно сделать вывод, что длина транспортируемых лесоматериалов должна иметь свои ограничения в зависимости от параметров искусственного лесного насаждения, а именно: расстояния между рядами деревьев, расстояния между деревьями в ряду и среднего диаметра деревьев в комле. Поэтому перед проведением рубки ухода целесообразно проводить предварительное прогнозирование допустимой длины трелеваемых лесоматериалов с учетом приведенных выше факторов. Если на трелевке используются, например минискидеры или аналогичная техника, то длина трелеваемого лесоматериала будет определять длину трелевочной системы так, как тягач в этом случае, почти полностью находится под грузом.

Одним из самых эффективных инструментов исследования сложных систем есть имитационное моделирование [1], которое широко используется в наше время при компьютерном планировании рубок ухода. Разрабатываются алгоритмы, программы компьютерной оптимизации рубок ухода [2]. Моделирование позволяет проводить эксперименты с помощью ЕОМ, эффективность которых подтверждается натурными экспериментами [3].

Поэтому, целью работы есть создание имитационной модели, движения лесоматериала под пологом леса для определения максимально допустимой длины транспортируемого лесоматериала, при которой исключается повреждение растущих деревьев.

Для реализации поставленной задачи, был составлен алгоритм и разработана имитационная модель на языке программирования Borland Delphi 7. При этом были введены следующие допущения:

- лесное насаждение есть искусственным с известной схемой размещения деревьев, а именно: с известными расстояниями между рядами деревьев и между деревьями в ряду;
- средний диаметр в комлевой части деревьев известен;
- тяговая единица не учитывается;
- габариты трелевочного прицепа известны;
- угол начального положения лесоматериала соответствует углу направления валки деревьев.

В общем, имитационная модель будет сводиться к задаче о плоскопараллельном движении твердого тела. Ее решение будет состоять из двух основных этапов:

1. Генерирования модели искусственного лесного насаждения с заданными расстояниями между рядами деревьев и между деревьями в ряду, а также средним диаметром в комлевой части.

2. Математическое описание траекторий движения двух наиболее удаленных точек лесоматериала, находящихся на его оси, которые определяют длину лесоматериала.

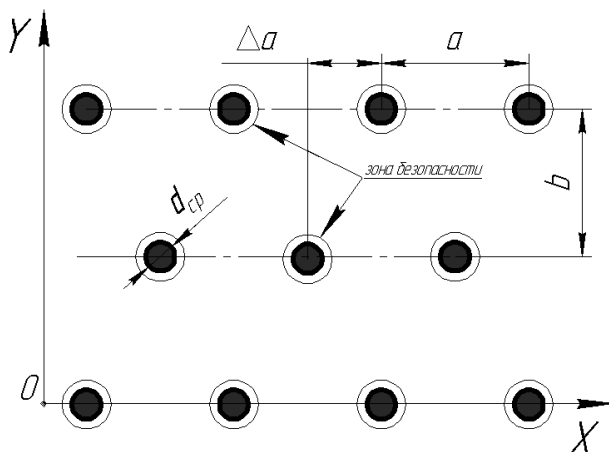


Рис. 1. Расчетная схема искусственно созданного лесного массива

Для генерирования модели лесного насаждения, место размещения каждого дерева задается координатами $(x_i; y_i)$ в декартовой системе координат. При этом деревья в ряду находятся на определенном расстоянии a друг от друга, которое задается в исходных данных.

Соседний ряд деревьев, имеет смещение Δa на половину расстояния между деревьями в ряду. Расстояние между рядами деревьев b также задается в исходных данных, как и диаметр d_{cp} в комлевой части деревьев. Эти данные можно получить из таксационного описания лесного насаждения. Вокруг каждого дерева устанавливается зона безопасности. В исходных данных вводится также высота деревьев,

которая будет соответствовать длине транспортируемого круглого лесоматериала, угол валки деревьев и габаритные размеры трелевочного прицепа.

После введения всех исходных данных, получаем модель искусственного лесного насаждения, в котором выбираем любое дерево для валки с заданным углом (рис. 2).

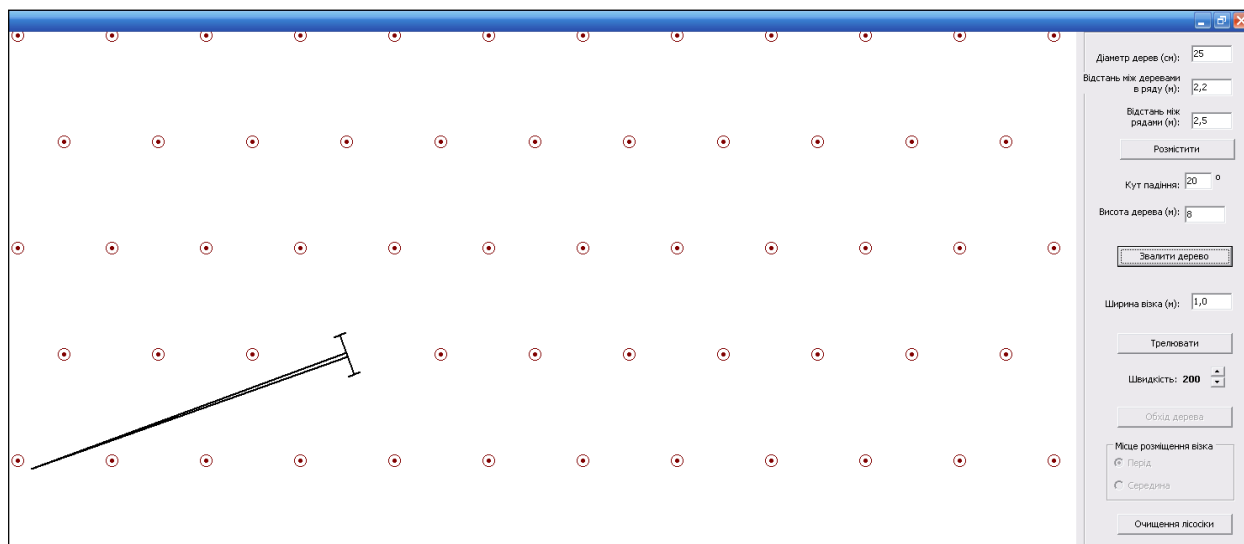


Рис. 2. Модель искусственного лесного массива

Если параметры древостоя позволяют трелевку лесоматериала заданной длины без повреждения растущих деревьев, то после подачи соответствующей команды, происходит движение лесоматериала с изображением траекторий движения его крайних точек, которые обозначают комлевою и верхинную часть (рис. 3).

При движении трелевочный прицеп не должен заходить в зону безопасности установленную вокруг каждого дерева.

В случае, если заданная длина лесоматериала не позволяет трелевку в лесном массиве с соответствующими параметрами, на экране появляется уведомление о невозможности трелевки с заданными параметрами древостоя и длиной лесоматериала (рис. 4) без повреждения растущих деревьев.

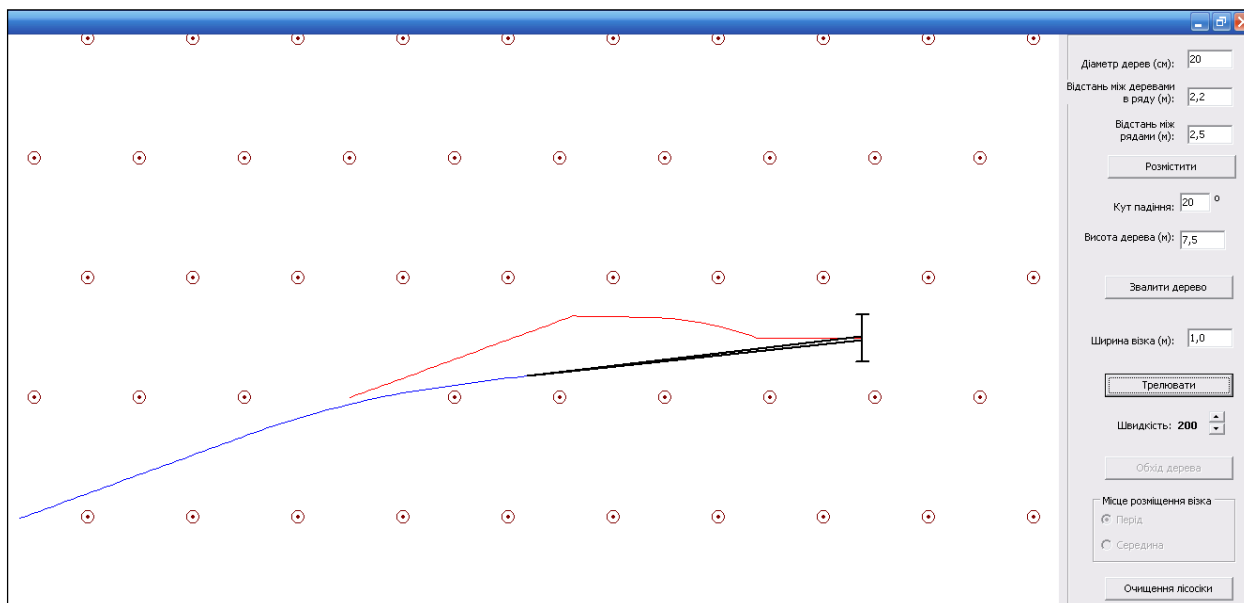


Рис. 3. Процесс трелевки лесоматериала

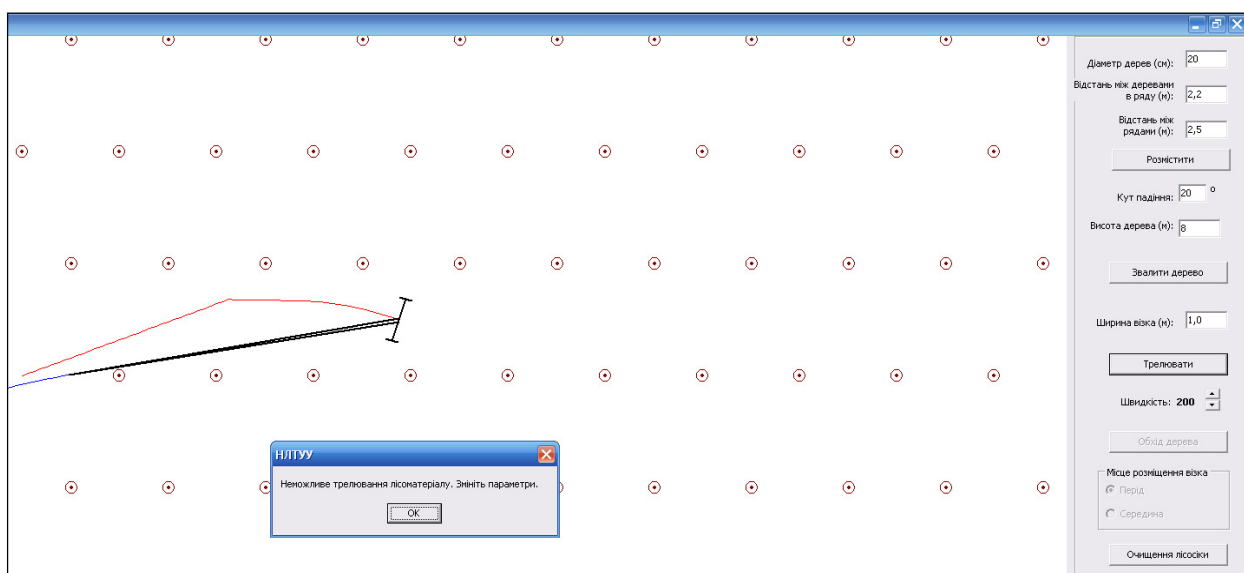


Рис. 4. Уведомление о невозможности трелевки с заданными параметрами

Выводы:

1. Представленная имитационная модель дает возможность прогнозировать предельно допустимую длину лесоматериала, исходя из условия недопустимости механических повреждений растущих деревьев.

2. Данная имитационная модель позволяет проводить полноценные исследования, например зависимости допустимой длины трелеваемого лесоматериала от параметров древостоя.

3. Может быть использована в качестве наглядного материала в учебном процессе и ставит планирование рубок ухода на современный уровень высоких технологий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Редькин А.К. Основы моделирования и оптимизации процессов лесозаготовок. – М.: Лесная промышленность, 1988. – 256 с.
2. Гусман Б.Л.А. Технологии рубок ухода – как объекты оптимального управления лесосечными работами: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 1994. – 23 с.
3. Савельев А.Г. Разработка технологии рубок ухода на основе исследования доступности деревьев при машинном способе заготовки (на примере лесов I группы Прибалтики): автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Минск, 1989. – 25 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ФРЕЗЕРНОЙ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ С ЦЕНТРАЛЬНЫМ ПРИВОДОМ

П.Н. Щерблякин,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж РФ.
pavel_1979.08.31@mail.ru

Представлены результаты исследований нагруженности фрезерной машины с центральным приводом и индивидуальными фрикционными предохранителями рабочих органов в режиме их стопорения (перегрузки).

Известно, что фрезерные почвообрабатывающие машины, работая в тяжелых условиях эксплуатации, часто подвержены перегрузкам. Перегрузки способствуют возникновению значительных динамических нагрузок, которые отрицательно сказываются на их работе, и впоследствии приводят к преждевременному выходу из строя отдельных ее частей и узлов, повышают стоимость и затраты на ремонт.

Наибольшее влияние на максимальные динамические нагрузки для ротационных почвообрабатывающих лесохозяйственных машин с центральным приводом оказывает число стопорящихся рабочих органов, причем их величина зависит и от одновременного числа сработанных предохранителей в крайних массах системы (рис. 1).

С увеличением числа стопорящихся рабочих органов в любой из крайних масс происходит возрастание динамических нагрузок в звеньях машины. Независимо от типа предохранительного устройства, одновременное увеличение числа срабатываемых предохранителей рабочих органов в левой массе n_3 при срабатывании любого количества предохранителей рабочих органов правой массы n_2 приводит к снижению динамических нагрузок в правом упругом звене M_{12} и увеличению в левом M_{13} . Однако при постановке предохранительных устройств с упругодемпфирующими нажимными элементами величина максимальных динамических нагрузок снижается в 1,3 раза.

При увеличении частоты вращения от 380 до 660 мин⁻¹ происходит возрастание динамических нагрузок в системе как для предохранителей с упругими нажимными элементами, так и для системы стенда, имеющих предохранители с нажимной пружиной (рис. 2). Характер их изменения одинаковый. Для обоих типов предохранителей величина максимальных нагрузок увеличилась на одинаковую величину, т. е. в 1,4 раза.

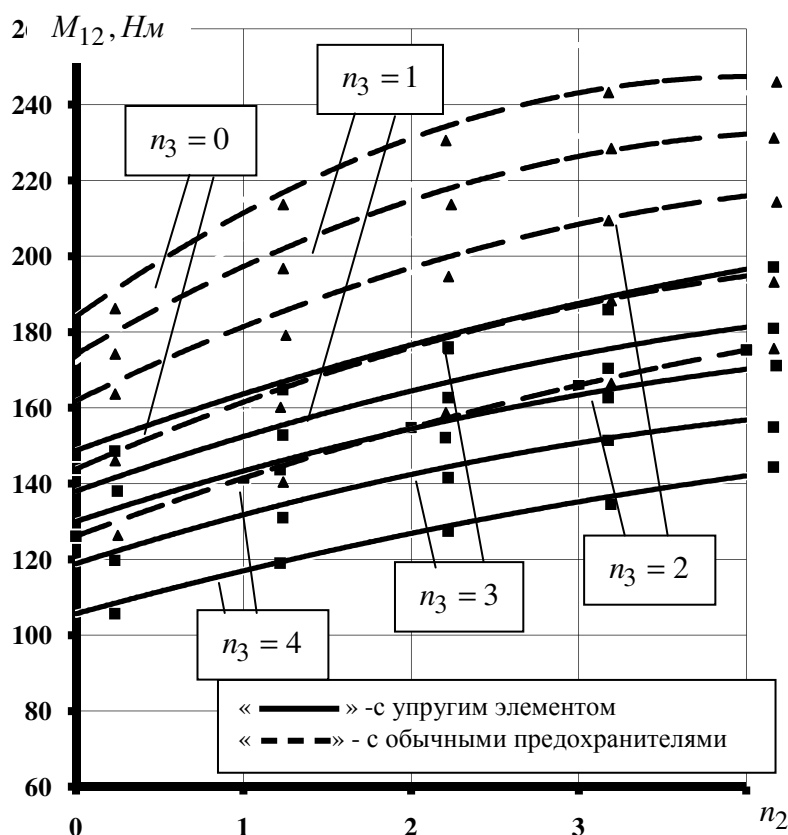


Рис. 1. Зависимость максимальной динамической нагруженности в правом упругом звене системы M_{12} от числа стопорящихся рабочих органов в правой массе n_2

Однако, максимальные динамические нагрузки, возникающие при срабатывании фрикционных предохранителей с упругими элементами ниже, чем у обычных фрикционных предохранителей при любом количестве числа стопорящихся рабочих органов. Это связано с тем, что упругий элемент уменьшает жесткость системы и увеличивает ее демпфирование.

Установлено, что с увеличением удельного давления, а соответственно, и силы прижатия, происходит уменьшение коэффициента демпфирующих сопротивлений за счет уменьшения толщины упругого элемента и увеличения жесткости, что приводит к уменьшению коэффициента поглощения энергии и увеличению его модуля сдвига.

Получено близкое совпадение теоретических данных с результатами экспериментальных исследований (рис. 3). Величина максимального расхождения между расчетами, выполненными на ЭВМ, и экспериментом, составляет 5 %.

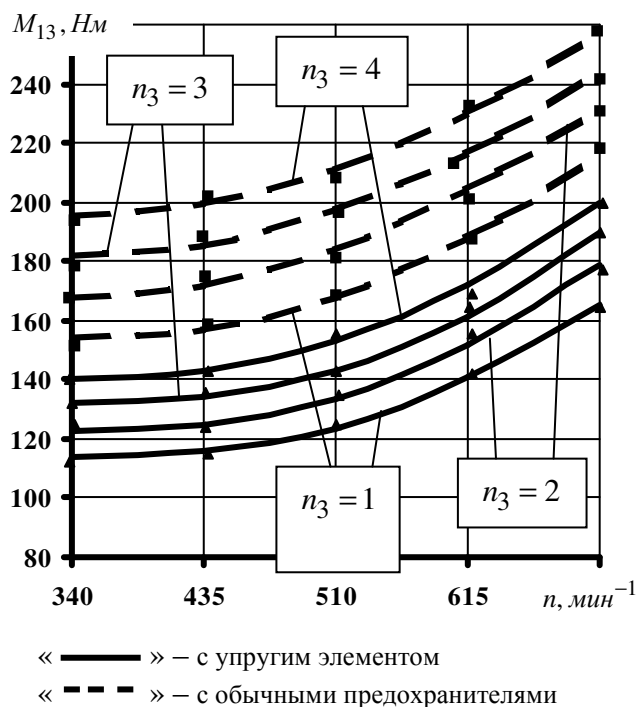


Рис. 2. Зависимость максимальных динамических нагрузок от частоты вращения фрезерного барабана л/х машины

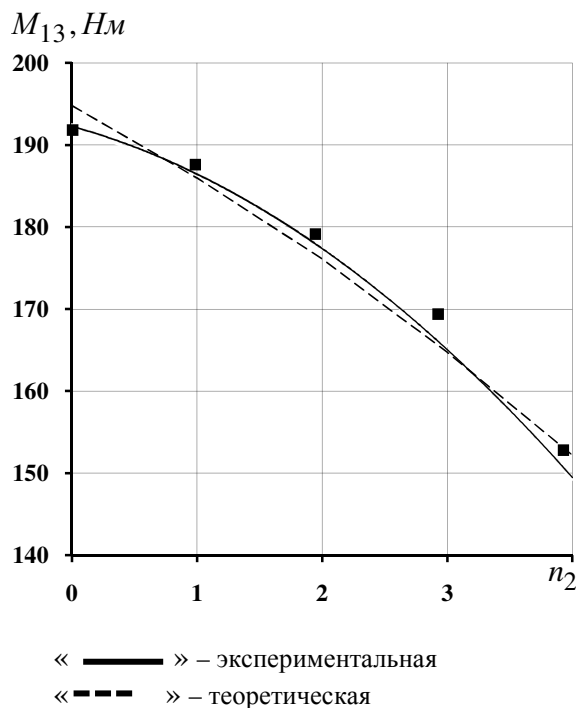


Рис. 3. Зависимость максимальных динамических нагрузок в левом упругом звене от числа стопорящихся рабочих органов в правой массе n_2

Выполненные исследования по точности срабатывания показали, что предохранительные устройства с упругими нажимными элементами обладают несколько лучшей точностью срабатывания, чем обычные предохранители. Повышение составило 4–6 % (погрешность эксперимента 2,6 %). С увеличением числа стопорящихся рабочих органов для обоих типов предохранительных устройств наблюдается ухудшение точности срабатывания, что объясняется потерей на трение в шлицевых соединениях. Установлено, что для обеспечения одинаковой точности срабатывания предохранительных устройств рабочих органов фрезерной почвообрабатывающей лесохозяйственной машины необходимо, чтобы усилие прижатия осуществлялось с двух противоположных сторон.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карамышев В.Р. Исходные параметры для исследования динамики ротационных лесохозяйственных машин при перегрузках / ВЛТИ. – Воронеж, 1985 – 26 с. – Деп. в ВНИПИЭИлеспром, библиографический указ. №4, 1986.



ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ, ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 662.76

ДИМЕТИЛОВЫЙ ЭФИР КАК ПРОДУКТ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Л.М. Исмагилова,

аспирант, ФГБОУ ВПО КНИТУ, г. Казань, РФ

Lilya_777_09@mail.ru

В статье рассматриваются способы переработки древесных отходов и обзор состояния РФ по древесным отходам.

При существующих способах переработки древесного сырья в целом по России полезно используется около половины биомассы дерева, что свидетельствует о неудовлетворительном состоянии отрасли. Основные потери приходятся на древесную зелень (лесосечные отходы), кору (отходы деревообработки), опилки и стружки (отходы лесопиления), на каждый из которых приходится 20–25 % от общей массы. Запасы отходов в стране составляют 65–70 % от общей вырубаемой биомассы дерева, которая составляет до 200 млн м³ ежегодно.

В России находится около 50 % мировых запасов древесины. Более половины ее ежегодных заготовок направляется на нужды строительства.

Анализ потребления древесины показывает, что ее заготовка и переработка сопровождаются огромными потерями. До 50% всей перерабатываемой древесины составляют побочные продукты в виде отходов, большая часть которых сжигается или вывозится в отвал. В настоящее время эффективная утилизация древесных отходов становится более актуальной в свете сохранения природной среды. В то же время любое предприятие отрасли заинтересовано в том, чтобы утилизация древесных отходов из статьи затрат перешла в статью доходов.

Одним из основных направлений утилизации древесных отходов является их использование для получения тепловой и электрической энергии. В последние годы энергетическое использование древесных отходов рассматривается как альтернатива традиционным видам топлива. Это связано с тем, что древесные отходы являются СО₂-нейтральными, имеют низкое содержание серы, относятся к возобновляемым источникам энергии. Все это привело к тому, что технологии получения энергии из древесных отходов в последние годы развиваются и совершенствуются.

Традиционным способом утилизации древесных отходов в нашей стране является сжигание с целью получения тепла. Этот способ более-менее оправдывает себя не только с экологической стороны (сжигание древесины более безопасно для окружающей среды, чем нефти и угля), но и с экономической (Россия имеет огромную территорию с жесткими климатическими условиями).

Есть еще несколько вариантов превратить ненужный мусор в топливо: переработка в древесный уголь, производство брикетов, синтез-газа и диметиловый эфир. Древесный уголь, полученный в процессе пиролиза, находит свое применение не только в быту, но и в промышленности (легкой и металлургической). Топливо, получаемое переработкой древесных отходов в брикеты, считается более качественным, потому что при их изготовлении в качестве связующего компонента используются смолы. Переработка древесины в синтез-газ способом газификации незаслуженно мало применяется в нашей стране, хотя экономическая выгода от подобного метода утилизации очевидна. Ведь из синтез-газа в дальнейшем можно получить диметиловый эфир.

Диметиловый эфир является хладагентом, обладающим нулевым значением потенциала озоноразрушения.

Использование диметилового эфира в качестве моторного топлива позволяет радикально улучшить качество выхлопа дизельных двигателей с уменьшением выброса вредных компонентов. Диметиловый эфир, в качестве полупродукта, легко превращается в бензин, характеризующийся улучшенными экологическими характеристиками и минимальным содержанием нежелательных примесей, тем самым решает проблему XXI века, связанную с ограниченными запасами горючих ископаемых, в особенности нефти.

Да и с экологической точки зрения диметиловый эфир безопасен для окружающей среды, так как относится к хладагентам, обладающим нулевым значением потенциала озоноразрушения.

Разработка технологии переработки отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки в диметиловый эфир является актуальным и весьма полезным делом для экологии страны и будет способствовать улучшению экологической ситуации в стране.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Степень Р.А., Репях С.М. Альтернативные пути рациональной переработки древесных отходов [Электронный ресурс] // Первый лесопромышленный портал. – Режим доступа: www.Wood.ru.
2. Розовский А.Я. Диметиловый эфир и бензин из природного газа // Российский химический журнал. – 2003. – Т. XLVII. – №6. – С. 53–61.

УДК 674.05:621.039.7

МОБИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ РАДИОНУКЛИДАМИ

В.М. Меркелов,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО БГИТА, г. Брянск, РФ.
vmerkelov55@mail.ru

А.А. Макеева,

студент, ФГБОУ ВПО БГИТА, г. Брянск, РФ.

В статье рассматривается оборудование для переработки древесины, загрязненной радионуклидами, непосредственно на лесосеке, что исключает перенос загрязненных отходов переработки на чистые территории.

Значительная часть древесины, загрязненной радионуклидами, должна перерабатываться непосредственно на лесосеке, что исключит перенос радиоактивных элементов на чистые территории. При этом необходимо выполнять следующие технологические операции – окорка сырья, распиловка сырья, переработка отходов от раскряжевки и распиловки. Предпочтение следует отдавать установкам, работающим от бензиновых или дизельных двигателей, путем отбора мощности, так как в условиях лесосеки работа электродвигателей не всегда возможна.

Станок ВК-16 (рис.1) с приводом от трактора применяется для окорки древесины диаметром от 6 до 36 см с минимальной длиной 1 м как непосредственно на лесосеке, так и на различных территориях склада. Трактор, от которого приводится в действие станок, работает также и в качестве тягача. Передача к станку осуществляется посредством шарнирного вала с частотой оборотов 500 мин⁻¹. Станок ВК-16 является роторным станком. Рабочее давление вмонтированных в ротор восьми окаривающих элементов гидравлически бесступенчато регулируется.

При окорке станок перемещают вдоль штабеля, для его эксплуатации станка требуется 2-3 человека. Потребная мощность станка 30 л.с., масса 2000 кг, скорость подачи – 23...42 м/мин. Высокая производительность и хорошее качество окорки достигаются также и при работе в зимнее время.

Окорочный станок мобильный JM 250-400 Т (рис. 2), предназначен для работы на лесных участках. Удобно транспортируется в качестве прицепа. Может быть оснащен как электро-, так и дизельным двигателем.

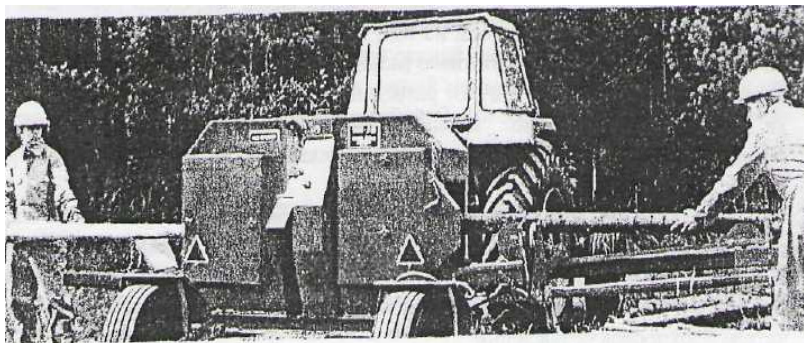


Рис. 1. Передвижной окорочный станок ВК-16



Рис. 2. Окорочный станок JM 250-400 Т

Данные станки имеют следующие преимущества:

- полностью автоматизированный окорочный станок, управляемый одним рабочим;
- подходит для твердых и мягких сортов древесины, возможность использования в лесу и на нижнем складе;
- рабочие узлы из сталей высокой твердости гасят уровень вибрации и шума;
- возможность использования с трактором, трелевочной машиной или от дизельного двигателя;
- легкость в установке и работе;
- пружины ротора растягиваются посредством установленной гидросистемы, дают большую гибкость при обработке бревен различной твердости и диаметра;
- усиленные повышенного качества подшипники и уплотнители на вращающихся частях ротора;

- окорочные ножи из специальной стали, покрытые на режущей поверхности материалами с высокими износостойкими характеристиками в порядке уменьшения последствий ударов и износа. Легко заменяются;
- система фиксирования ножей очень эффективна и обеспечена относительным сдвигом болтов.

Мобильные лесопильные установки (МЛУ) предназначены для распиливания бревен одним оператором и применяются в тех случаях, когда существует нехватка средств и времени на транспортировку бревен на распиловку. Лесопильная установка позволяет распиливать бревна диаметром до 90 см на брус, толстые и тонкие доски и рейки. Качество распила зависит от качества режущего инструмента и точности направляющих валиков. Преимуществом МЛУ является не только то, что можно производить пиломатериалы произвольных размеров, а также и то, что оборудование используется на месте. Это исключает необходимость транспортировки бревен на лесопильный завод. Бревна собираются в маленькие штабеля и подвозятся к установке подручным транспортным средством.

Фирма Хускварна выпускает для небольших объемов работы ленточнопильный станок Husqvarna Horizont (рис. 3).

Станок может быть погружен на прицеп легкового автомобиля и перевезен к месту работы. Режущий механизм станка установлен на тележку, передвигающуюся по рельсам на подшипниках. Оператору не приходится передвигать бревно вдоль рельс. Станок распиливает древесину лентой, благодаря чему получается тонкий разрез.

Мобильный ленточнопильный станок «Тайга» с автономным двигателем внутреннего сгорания HONDA (рис. 4) предназначен для продольной горизонтальной распиловки круглых лесоматериалов максимальным диаметром от 650 до 800 мм на брус, доски обрезные и необрезные, шпалы, лафет заданной толщины. Распиловка производится ленточной пилой пильного механизма, перемещаемого вдоль горизонтальной плоскости обрабатываемого пиломатериала по рельсовым направляющим.

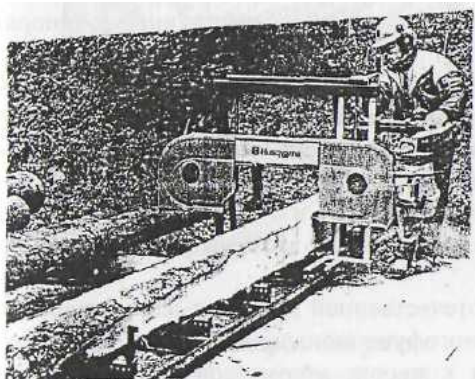


Рис. 3. Станок Husqvarna



Рис. 4. Ленточнопильный станок «Тайга»

Для измельчения отходов древесины могут применяться дробилки древесины мобильные (навесные), работающие от вала отбора мощности трактора (рис. 5).

Дробилка имеет собственную гидросистему, которая увеличивает скорость загрузки отходов древесины до 42 м/мин. Производительность увеличивается в 3..4 раза и составляет около 22 м³/ч. Дробилка изготовлена на двухколесном трейлере с прицепным устройством и приспособлена для буксирования со скоростью до 80 км/ч.

Рубительная машина RM-160/T навесная (рис. 6) устанавливается на трехточечную гидронавеску трактора и соединяется с валом отбора мощности посредством карданной передачи.



Рис. 5. Дробилка на базе трактора



Рис. 6. Рубительная машина RM-160/T

Указанное оборудование может применяться для переработки древесины в лесных массивах, загрязненных радионуклидами. Перечень и марки оборудования могут изменяться в зависимости от объемов переработки, уровня загрязнения древесины радионуклидами, размеров перерабатываемого сырья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Заикин А.Н., Меркелов В.М. Технология и оборудование заготовки и переработки древесины, загрязненной радионуклидами: монография. – Брянск: БГИТА, 2012. – 266 с.

УДК 67.05

НОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ОТХОДОВ ДЕРЕВОПЕРЕРАБОТКИ

А.М. Морозов,

канд. техн. наук, научный консультант, ООО «БИОВЕТ-ФЕРМЕНТ», г. Москва, РФ

Г.Н. Кононов,

канд. техн. наук, проф. кафедры ХТДиП, ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Мытищи-5, РФ.

К.Л. Косарев,

аспирант кафедры ХТДиП, ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Мытищи-5, РФ.

kosarev_83@mail.ru

А.В. Кудряшов,

студент факультета МХТД, ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Мытищи-5, РФ.

В статье рассматривается принцип действия вихревой импеллерной мельницы и результаты её использования для измельчения древесины и продуктов её химической переработки.

В настоящее время в России заготавливается около 500 млн м³ древесины. При этом на всех стадиях процесса от заготовки до переработки древесного сырья образуется значительное количество отходов [1]. Одними из перспективных направлений совершенствования технологии переработки и последующего использования таких отходов, являются методы, основанные на механохимической активации.

Большое разнообразие промышленных аппаратов для измельчения древесного сырья, создаваемых различными фирмами, можно подразделить на пять основных типов, в зависимости от конструктивных особенностей: конусные мельницы, роторные и молотковые мельницы, шаровые, барабанные мельницы, вибрационные мельницы, дезинтеграторы и вихревые мельницы. Для измельчения волокнистых материалов в основном применяются вихревые мельницы.

Основной принцип действия вихревых мельниц заключается в создании условий для сильного удара измельчаемого субстрата о стенки помольной камеры. Для этого ему придается ускорение и направленное движение в результате формирования воздушного потока (вихря). Недостаток простой вихревой мельницы – быстрое разрушение внутренней поверхности помольной камеры от интенсивного столкновения с измельчаемым субстратом, а также то, что фрагменты материала, из которого состоит помольная камера, могут попадать в состав измельчаемого продукта в качестве примесей [2].

Для повышения эффективности измельчения древесных материалов разработаны импеллерные мельницы вихревого типа. В конструкцию помольной камеры таких мельниц дополнительно добавлена специальная измельчающая лопасть (импеллер), которая формирует дополнительный вихревой поток внутри помольной камеры, в результате которого измельчаемый материал сначала ударяется о лопасти импеллера и лишь затем дополнительно размалывается в результате удара и трения о внутренние стенки мельницы. Установлено, что импеллерные вихревые мельницы, в силу большей эффективности реализуемого в них принципа измельчения, позволяют получать частицы меньшего размера, чем классические вихревые мельницы, и при этом обладают существенно меньшей энергоемкостью (в 1,5–1,7 раза) и большим сроком службы [3].

Для микроизмельчения отходов переработки древесины ООО «БИОВЕТ-ФЕРМЕНТ» была разработана импеллерная мельница вихревого типа с регулируемой температурой измельчения и узлом сортировки продукта.

Мельница состоит из узла загрузки сырья (винтовой конвейер), помольной камеры с перфорированными стенками, ротора импеллера, устройства классификации и выгрузки сырья, электродвигателя (30 кВт) и модуль управления.

При разработке и изготовлении опытного образца была предусмотрена возможность изменения геометрии помольной камеры за счет установки на внутреннюю поверхность корпуса съемных г-образных пластин (рис. 1)

В камере помола импеллерной мельницы происходит сложное воздействие на перемалываемый продукт. Ротор-импеллер закручивает поток, придавая частицам вихревой характер движения. Линейная скорость движения ротора и частиц измельчаемого материала в камере помола достигает 150 м/с. Частицы материала, испытывают столкновения с элементами ротора (8-ю съемными ударными пласти-

нами) и другими частицами измельчаемого материала. При этом происходит их измельчение за счет самоистирания и разрушения от ударов.

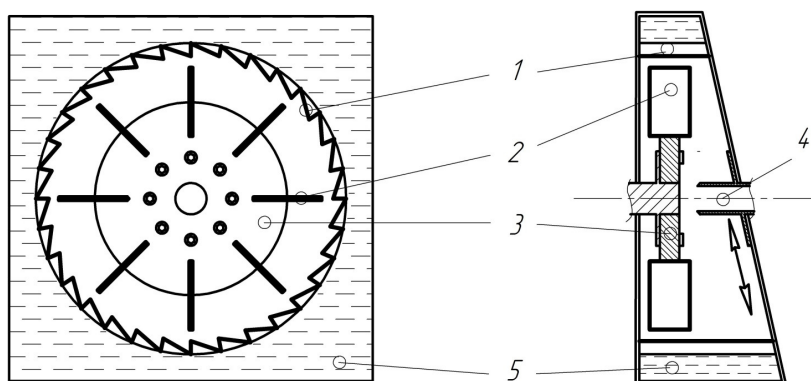


Рис. 1. Схематическое изображение помольной камеры:

1 – съёмные г-образные пластины, 2 – съёмные пластины ротора, 3 – ротор-импеллер, 4 – окно выдачи продукта, 5 – охлаждающая жидкость (вода)

Под действием преобладающей центробежной силы крупные частицы отбрасываются на периферию помольной камеры, где образуют слой интенсивного самоизмельчения. При этом часть механической энергии, сообщаемой ротору-импеллеру его приводом, переходит в тепло, за счет которого и происходит сушка сырья.

Кроме того, в зоне между ротором-импеллером и корпусом (статором) камеры помола образуются акустические колебания с частотой до 30 кГц, обусловленные движением воздуха через гребенчатый канал переменного сечения. Такое воздействие на обрабатываемый материал приводит к дополнительному ещё большему измельчению. Амплитуда этих акустических колебаний обратно пропорциональна величине зазора между лопатками ротора-импеллера и выступами статора. В местах, где лопатка ротора-импеллера проходит около выступа статора, реализуется избыточное давление воздуха, создаваемое скоростным напором воздушного потока. После прохождения лопатки ротора-импеллера выступа на статоре происходит резкое падение давления.

Изменение количества и параметров этих пластин позволяет регулировать частоту акустических колебаний обусловленных движением воздуха между зазором ротора и статора, а также изменять величину пульсации давления, максимально оптимизируя условия помола для каждого типа микроизмельчаемого сырья.

Древесина имеет высокоразвитую капиллярную структуру со множеством продольных каналов-полостей. Эти каналы нагружаются избыточным давлением с высокой частотой его пульсации. Это нагружение может усиливаться вскипанием влаги внутри клеточной стенки под воздействием повышенной температуры (за счёт точечного перегрева) и пониженного давления.

Разрушение от перепадов давления происходит в основном вдоль волокон древесины и в особенности в местах их частичной деформации.

На внешней стороне помольная камера имеет наклонную поверхность. Соответственно дверь помольной камеры так же располагается под наклоном. Узел выгрузки сырья крепится к двери помольной камеры и соответственно тоже находится под наклоном. Окно выдачи продукта перемещаясь от центра ротора вниз по регулировочному желобу происходит одновременное удаление окна выдачи относительно поверхности ротора. Тем самым такой способ позволяет регулировать тонину помола в широком диапазоне. Объясняется это следующим принципом: более мелкие (легкие) фракции при измельчении перемещаются к центру ротора, а частицы с большим удельным весом, благодаря центробежной силе, отдаляются от центра ротора к периферии и находятся дальше от поверхности ротора. Такая конструкция будет способствовать своевременной выгрузке частиц нужной размерности, предотвращая их дальнейшее самоистирание.

Для проведения испытаний разработанного оборудования нами были использованы смешанные опилки хвойных и лиственных пород древесины, целлолигнин с отвала шумерлинского химического завода – отход экстрактивного производства получения таннинов из древесины дуба, и гидролизный лигнин Кировского БХЗ – отход гидролизного производства, использующего в качестве сырья, в основном древесину хвойных пород [4].

Данные отходы деревопереработки были выбраны нами вследствие того, что их компонентный состав отличается отсутствием той или иной группы компонентов древесины.

Исходная древесина представляет собой полный комплекс компонентов, включает углеводную часть состоящую из целлюлозы и гемицеллюлоз и ароматической части лигнина, а также целого комплекса экстрактивных веществ различной химической природы. Целлолигнин представляет из себя

древесину, освобождённую от таннинов и других водозэкстрактивных веществ и является высокомолекулярным лигноуглеводным комплексом. Гидролизный лигнин являясь отходом гидролизного производства представляет собой сильно изменённый по сравнению с протолигнином продукт его конденсации и частичной деструкции агрегированный с гидролизованной остаточной углеводной частью древесины. Если в природной древесине и целлолигнине лигноуглеводный комплекс практически не изменён то в гидролизном лигнине он претерпел сильные изменения химического характера превратившись совершенно иной по сравнению с древесиной химический продукт.

Древесина и продукты её частичного химического разрушения обладают структурой специфического характера, которая сохраняется даже в случае достаточно жёстких методов химической обработки. Эта структура обладает высокой пористостью и большой площадью внутренней поверхности.

Крупные механические включения и высокое содержание влаги (60–70%) в образцах лигнина и целлолигнина, взятых с отвалов, затрудняют проведение процесса механоактивации. Поэтому перед проведением механоактивации была проведена их предварительная подготовка, с использованием установки сушки и измельчения АС-4-1000. После предварительной подготовки размер частиц обработанного материала составил не более 5 мм – для целлолигнина и не более 2 мм – для ГЛ.

Механоактивацию проводили в режиме обеспечивающем наибольшую степень измельчения (окно выгрузки располагалось напротив центра ротора-импеллера).

Для изучения структуры исходного сырья и продуктов его механоактивации в работе нами был использован сканирующий электронный микроскоп Phenom G2 Pro позволяющий получать изображения с увеличением до 45000 крат и разрешением до 25 нм. Размер частиц исходного сырья определяли с помощью ситового анализа. Для анализа механоактивированного продукта был использован лазерный дифракционный анализатор размера частиц Analizette 22 MicroTec plus позволяющий измерять размерность частиц в диапазоне от 80 нм до 2 мм. Влажность исследуемых образцов определяли с помощью влагомера Sartorius MA-150.

После проведения механохимической активации во всех образцах наблюдалось снижение влажности и уменьшение диаметра частиц обрабатываемого материала в среднем в 10–15 раз. Изменения гранулометрического состава и влажности размалываемых материалов представлены в таблице.

Таблица

Влияние механоактивации на гранулометрический состав и влажность древесины и продуктов её химической переработки

Измельчаемый материал	До		После	
	Влажность, %	Диаметр частиц, мкм	Влажность, %	Диаметр частиц, мкм
Древесина	25,32	2000–7000	10,69	186–853
Целлолигнин	22,85	700–5000	7,14	23–325
Гидролизный лигнин	10,78	10–2000	6,17	1,2–132

Фотографии и микрофотографии исходных и механоактивированных материалов представлены на рисунках 2–10.



Рис. 2. Древесные опилки до проведения механоактивации



Рис. 3. Целлолигнин до проведения механоактивации



Рис. 4. Гидролизный лигнин до проведения механоактивации



Рис. 5. Древесные опилки после проведения механоактивации



Рис. 6. Целлолигнин после проведения механоактивации



Рис. 7. Гидролизный лигнин после проведения механоактивации



Рис. 8. Микрофотография древесных опилок после проведения механоактивации ($\times 1000$)

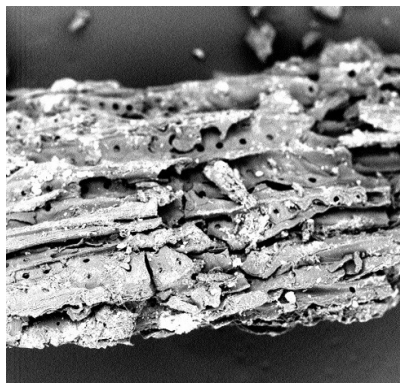


Рис. 9. Микрофотография частицы целлюлозы после проведения механоактивации ($\times 1000$)

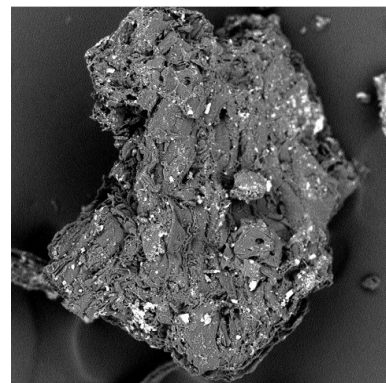


Рис. 10. Микрофотография частицы гидролизованного лигнина до проведения механоактивации ($\times 2000$)

Выводы

1. При размоле древесных опилок происходит резкое падение влажности и среднего диаметра частиц, вследствие влияния совокупности рассмотренных факторов (пульсация избыточного давления, точечный нагрев материала, интенсивное ультразвуковое воздействие).

2. В случае целлюлозы воздействие этих факторов приводит к ещё более значительному разрушению исходной структуры частиц связанному с нарушением надмолекулярной структуры углеводной части древесины, при воздействии на неё перегретого пара.

3. Что-же касательно гидролизованного лигнина то его исходный достаточно мелкий гранулометрический состав, ещё более значительно уменьшается. Этому способствует достаточно низкая исходная влажность, и как следствие повышенная хрупкость связанная также с сетчатой структурой этого продукта.

Данная работа выполнялась при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках государственного контракта № 16.522.12.2010, заключенного между Министерством образования и науки РФ и ООО «БИОВЕТ-ФЕРМЕНТ» по мероприятию 2.2 федеральной целевой программы: «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2007–2013 годы».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бобович Б.Б., Девяткин В.В. Переработка отходов производства и потребления: справочное издание. – М.: Интермет Инжиниринг, 2000. – 496 с.
2. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий. Ч. 1. – СПб.: НПО «Профессионал», 2010. – 848 с.
3. Липилин А.Б. Новая технология сушки и измельчения древесных отходов // Полимерные материалы. – 2010. – № 12. – С. 18–19.
4. Холькин Ю.И. Технология гидролизных производств: учебник для вузов. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 486 с.



ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

УДК. 684.5

РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА НА ПРИМЕРЕ МЕБЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ФОРМАТ МЕБЕЛЬ»

С.Б. Зварыгина,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.

Л.Н. Галочкина,

канд. экон. наук, профессор ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.

В статье рассматривается стратегия малого бизнеса в деревообработке на основе SWOT-анализа работы мебельного предприятия.

В 1963 г. в Гарварде на конференции по проблемам бизнес политики профессор К. Анджус впервые публично озвучил акроним **SWOT**:

- **Strengths (Силы);**
- **Weaknesses (Слабость);**
- **Opportunities (Возможности);**
- **Threats (Угрозы).**

С тех пор понятие SWOT-анализа стало известно в академических кругах и среди практиков. С 60-х гг. XX в. и по сей день SWOT-анализ широко применяется в процессе стратегического планирования. В каждом бизнес-плане, в каждом плане маркетинга должен быть раздел «SWOT-анализ».

Применение SWOT-анализа позволяет систематизировать всю имеющуюся информацию и, видя ясную картину «поля боя», принимать взвешенные решения, касающиеся бизнеса.

Таким образом, SWOT-анализ основан на выявлении сначала сильных и слабых сторон организации, внешних возможностей и угроз и далее – установлении цепочек взаимосвязей между ними для последующего определения или корректировки целей организации и выбора стратегий их достижения.

SWOT-анализ, как метод стратегического планирования, прекрасно подходит для разработки стратегии дальнейшего развития предприятиям малого бизнеса, производящим мебель и работающим в сложных условиях внешних и внутренних угроз рынка.

Авторами был приведен SWOT-анализ производственных хозяйств деятельности предприятия «Формат Мебель» (ИП Вихрев В.А.), как одного из типичных представителей малого бизнеса. Данное предприятие успешно развивается на отраслевом рынке Костромского региона, имеет стабильное положение среди конкурентов одного рыночного сегмента. У него хорошая репутация и большой опыт работы, серьезное внимание уделяется индивидуальным потребностям покупателей и есть возможности дальнейшего развития в растущем рынке мебели. Значительную часть клиентов предприятия «Формат Мебель» представляют индивидуальные покупатели, третья часть объема реализации приходится на государственные дошкольные и школьные учреждения, и другие юридические лица. Наибольшая доля продаж представлена такими видами корпусной мебели как шкафы-купе и кухонные гарнитуры. Но объемы выпуска продукции в течение года нестабильны и определяются сезонным спросом на мебель среди покупателей: максимум покупательской активности приходится на декабрь, минимум – на май. На предприятии работает 12 человек. Одна из причин недостаточных объемов выпуска продукции – нехватка квалифицированных кадров.

В ходе стратегического анализа были выбраны и проанализированы ряд факторов сильных и слабых сторон деятельности «Формат Мебель», его возможности и угрозы (табл. 1).

Дальнейшее исследование состояния хозяйственной деятельности «Формат Мебель» позволило составить матрицу парных взаимодействий изучаемых факторов внешней и внутренней рыночной среды предприятия (табл. 2).

Как видно из таблицы 2 сильные стороны и возможности предприятия позволяют говорить о следующих направлениях дальнейшего развития:

S1O1 – хорошая репутация, большой опыт работы фирмы позволяет удовлетворять покупательский спрос на продукцию;

S1O2 – применение новых материалов и освоение новых технологий будет поддерживать хорошую репутацию, продолжать работать на мебельном рынке;

S1O3 – хорошая репутация, большой опыт работы фирмы позволит осваивать новые перспективные рынки;

S501 – внимание к индивидуальным потребностям покупателя позволит фирме быть конкурентной на сформированном потребительском рынке мебели;

S502 – применение новых материалов и освоение новых технологий позволит фирме быть внимательными к индивидуальным потребностям покупателя;

S503 – внимание со стороны фирмы к индивидуальным потребностям покупателя даст возможность осваивать новые перспективные рынки.

На основании выводов, полученных с помощью матрицы парных взаимодействий, разрабатывается матрица возможностей, приведенная в таблице 3.

Таблица 1

Факторы SWOT-анализа предприятия «Формат Мебель»

<p>S – Сильные стороны S1 – хорошая репутация, большой опыт работы; S2 – оптимальное соотношение «цена/качество» на продукцию; S3 – надежные каналы поставки материалов и фурнитуры; S4 – сбыт продукции без посредников; S5 – внимание к индивидуальным потребностям покупателей</p>	<p>W – Слабые стороны W1 – отсутствие развития, планирования стратегии предприятия, рекламы; W2 – устаревшее оборудование; W3 – недостаток финансовых ресурсов; W4 – отсутствие инноваций, разработки нового продукта; W5 – низкая квалификация персонала, дефицит кадров; W6 – невысокий уровень обслуживания покупателей</p>
<p>O – Возможности O1 – сформирован потребительский спрос на продукцию; O2 – появление новых материалов и технологий для производства мебели; O3 – наличие неохваченных перспективных рынков; O4 – государственная программа поддержки рождаемости в России, высокий уровень рождаемости</p>	<p>T – Угрозы T1 – вступление России в ВТО; T2 – высокая конкуренция в регионе, выход новых конкурентов на рынок; T3 – давление со стороны товаров-заменителей; T4 – повышение требований к экологическим показателям товара</p>

Таблица 2

Матрица внешней и внутренней среды парных взаимодействий факторов.

	Возможности	Угрозы
Сильные стороны	S1O1; S1O2; S1O3; S1O4; S2O1; S2O2; S2O3; S2O4; S3O1; S3O2; S3O3; S3O4; S4O1; S4O2; S5O1; S5O2; S5O3;	S1T2; S1T3; S2T2; S2T3; S3T1; S3T2; S3T4; S4T2; S5T1; S5T2; S5T3
Слабые стороны	W1O1; W1O2; W1O3; W2O1; W2O2; W2O3; W3O1; W3O2; W3O3; W4O1; W4O2; W4O3; W5O1; W5O2; W5O3; W6O1; W6O2; W6O3	W1T1; W1T2; W1T3; W1T4; W2T1; W2T2; W2T3; W2T4; W3T1; W3T2; W3T3; W3T4; W4T1; W4T2; W4T3; W4T4; W5T2; W5T3; W6T2; W6T3

Таблица 3

Матрица парных взаимодействий сильных сторон и возможностей предприятия «Формат Мебель».

Вероятность использования возможностей	Степень влияния возможностей		
	Сильная	Умеренная	Малая
Высокая	S101; S201; S301; S501	S103; S104	-
Средняя	S102; S202; S203; S204; S502	S302; S303; S304; S503	S404
Низкая	-	-	S401

Из таблицы 3 следует, что для стратегического развития, чтобы быть конкурентоспособным предприятием на существующем региональном потребительском рынке и для создания условий более полного удовлетворения индивидуальных потребностей покупателей высшему руководству предприятия необходимо создать программу действий по поддержанию хорошей репутации, созданию узнаваемого образа фирмы. Поддержание и улучшение соотношения «цена/качество» на продукцию будет способствовать сохранению существующих и расширению новых надежных каналов поставки материалов и фурнитуры.

Выход на перспективные рынки и получение выгодных заказов на основе внедрения новых материалов и освоения новых технологий является первоочередными стратегическими задачами в программе действий по созданию имиджа фирмы.

Для осуществления тактических действий руководству предприятия следует обратить внимание на умеренно среднее, малые средние и малые возможности, что связано в первую очередь с созданием и укреплением своей сети сбыта продукции.

Планирование, разработка и внедрение стратегии развития маркетинга, умелое использование рекламы на сформированном потребительском рынке, повышение квалификации работников, их правильная мотивация позволит фирме быть конкурентной и увеличить свою долю на мебельном рынке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Липсис И.В. Бизнес план – основа успеха. – М.: Машиностроение. 2008. – 820 с.
2. Зиханский О.С. Стратегическое управление. – М.: Гардарики. 1999. – 296 с.

УДК 674.4

ОЦЕНКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО СПРОСА МЕБЕЛИ ДЛЯ ГОСТИНОЙ

Т.И. Карасова,

канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ

В статье рассмотрены основные причинно-следственные связи различных функций, присущих предметам длительного пользования, таким как мебель и установлена зависимость между этими функциями и потребительскими потребностями покупателя.

Предприятие ООО «Мебель-Комплект», расположенное в г. Костроме, производит мебель, как в наборах, так и отдельными изделиями. На результаты работы предприятия существенное влияние оказывают затраты на изготовление мебели, ее качество и, конечно же, цена. В основу определения значимости этих величин был положен анализ функций на этапе дизайн проектирования мебели на предприятии ООО «Мебель-Комплект».

В дальнейшем произведем оценку потребительской стоимости набора мебели для гостиной, используя метод функционально-стоимостного анализа (ФСА). Достоинством ФСА является наличие простых расчетных и графических методов, позволяющих дать количественную оценку выявленных причинно-следственных связей.

В основу принципов ФСА положена оценка специфических системных свойств рассматриваемого объекта и признаков его поведения функционирования исследование характеристик внутреннего строения. При этом рассматриваемый объект раскладывается на простейшие элементы, выявление внутренних связей между ними, а также системой в целом. Решение этой задачи осуществляется путем выявления внутренних, внутрисистемных функций, обеспечивающих реализацию внешних; конструктивно – технологических или организационных элементов, определяющих работоспособность системы.

Анализ внутренних функций различных объектов производится путем построения функциональной модели (ФМ). ФМ представляет собой идеальную структуру рассматриваемой системы без привязки к каким-либо материальным носителям (узлам, блокам, деталям изделий, операциям технологических или производственных процессов, подразделениям предприятий и объединений).

При построении ФМ выделяются внутренние функции изделий и процессов, которые подразделяются на основные и вспомогательные. Основная функция подчинена главной, обеспечивает ее реализацию и соответственно работоспособность объекта в целом. Основные функции определяют принцип действия объекта и включают функции ввода энергии, информации, их преобразования и вывода. Вспомогательная функция обеспечивает реализацию одной или нескольких основных, а также второстепенных внешних функций изделия. К вспомогательным относятся функции изолирования, крепления, фиксации, гарантирования и т.д. Выявление функций изделий, процессов и других объектов имеет целью построение логической функциональной модели, ее анализа и определения для конкретных условий производства и применения полезных, нейтральных и бесполезных функций. Эта работа является первым этапом по оценке излишних затрат, сосредоточенных в нейтральных и бесполезных (вредных) функциях рассматриваемого объекта. На ее первом уровне указываются наименования и шифр внешних главных и второстепенных функций, на втором – основные функции и на третьем – вспомогательные. При описании и графическом изображении связей между функциями выявляются бесполезные (вредные) и нейтральные функции. При этом применяется метод систематизированного анализа функций.

В процессе ФСА возможно исследовать зависимости между уровнем удовлетворения потребностей покупателя и уровнем качества. Излишние затраты обычно связаны с повышенной, не требующейся потребителю функциональностью изделий, либо с недостаточно экономичной конструктивно-технологической или организационной реализацией производства.

На основе разработки ФСМ каждая функция исследуемой системы получает стоимостную оценку. Сопоставление относительной важности функции и затрат на их реализацию позволяет выявить диспропорцию в структуре, найти функции, относительные затраты на которые существенно превышают их относительную важность.

Цель использования этих методов – нахождение эффективных конструктивно-технологических и организационных решений, которые позволят максимально приблизить реальную структуру исследуемого объекта к его идеалу.

А – категория, в которую включают функции главные, основные и полезные.

В – категория объединяет функции второстепенные, вспомогательные, действительные.

С – категория, объединяющая номинальные, нейтральные и бесполезные функции.

Потребительная стоимость изделия (F), его функциональность может быть количественно определена выражением, применяемым для оценки интегрального качества (коэффициент качества):

$$F = P_i n_i,$$

где P_i , – эксплуатационно-техническая характеристика i-го потребительского свойства; n_i , – коэффициент значимости i-го потребительского свойства в общей функциональной полезности или потребительской стоимости.

Именно при разработке ФМ определяются излишние функции, выявляются основные причинно-следственные связи рассматриваемых объектов ФСА. Поэтому анализ функций, построение ФМ является одной из важнейших задач изучения сложных экономико-организационных процессов и производственно-экономических систем.

Количественная оценка связей в ФМ производится с помощью определения значимости внутренних функций в реализации внешних — главных и второстепенных. Оценка значимости функций осуществляется экспертным методом последовательно по уровням ФМ, начиная с первого:

- главных и второстепенных функций в удовлетворении требований потребителя;
- основных функций в реализации главных;
- вспомогательных функций i-го уровня ФМ в удовлетворении функций вышестоящего (i-1) уровня.

При оценке значимости внутренних функций производственных, технических, транспортных и других систем, главной функцией которых является выполнение заданного объема работ, необходимо ориентироваться на аналогичные характеристики основных и вспомогательных функций (пропускную способность).

Двойственный характер системной оценки элементов при ФСА, кроме установления значимости функций, требует определения их затратных характеристик. Затраты на функции могут быть рассчитаны только на основании данных по материальным носителям-блокам, узлам, деталям, операциям технологического процесса, производственным подразделениям. Для решения этой задачи и применяется структурная модель объекта. Расчет затрат на функции производится на основе совмещения структурной и функциональной моделей и построения обобщающей функционально-структурной модели (ФСМ).

Гостиная комната должна быть единым пространством, связывающим большинство помещений в доме. Стандартный набор интерьера гостиной комнаты до недавнего прошлого – это мебельная стенка, пара мягких кресел, диван, журнальный столик, торшер и телевизор. Главные критерии для гостиной сегодня – стиль, вкус и удобство. Мебель должна быть оригинальной, эстетичной и объединяющей все элементы интерьера и, одновременно, гармонично вписывающейся в него.

При разработке функциональной модели (ФМ) определялись излишние функции в рассматриваемых объектах. Количественная оценка связей в ФМ производилась с помощью определения значимости внутренних функций в реализации внешних – главных и второстепенных.

Главная цель проведения ФСА – выявление возможностей снижения затрат на единицу главного параметра изделия. Принципы функционально-стоимостного анализа (ФСА) предполагают распределение функций изделия по категориям: А, В, С.

Распределение функций элементов стенки по категориям: А, В, С представлено в таблице.

Таблица

АВС – анализ функции элементов стенки

Сборочные единицы и детали	Функции															Итого по элементу изделия
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Основание	А	А	А	-	-	А	А	А	В	А	В	В	А	А	В	9А,4В
Стенка вертикальная боковая	А	-	А	А	А	А	А	А	В	А	В	В	А	А	В	10А,4В
Стенка вертикальная средняя	С	-	А	-	А	С	А	С	В	С	С	В	А	А	В	5А,3В,5С

Выявление конструктивно-технологических или организационных элементов рассматриваемой системы, т.е. ее реальной структуры, осуществляется путем построения структурной модели (СМ). Здесь как раз устанавливаются блоки, узлы, детали, технологические операции или производственные подразделения, определяющие реальную работоспособность исследуемого объекта. Сопоставление, анализ идеальной и реальной структуры объекта (т.е. ФМ и СМ) позволяет выявить резервы и пути его совершенствования.

Структурная модель изделия, процесса или другого объекта строится также по уровням иерархии. Эта модель дает представление о составе материальных носителей функций – сборочных единицах, деталях, операциях технологического процесса по уровням иерархии и их взаимосвязях. Однако СМ, в отличие от ФМ, не дает полного представления о связях, отношениях между структурными элементами в процессе работы, функционирования объекта. При ее анализе выявляется степень прогрессивности конструктивно-технологических и организационных решений в реализации материальных

носителей функций. Построение СМ имеет целью оценить излишние затраты, связанные с конструктивно-технологической реализацией полезных функций, и выявить наиболее экономичные технические решения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузьмина Е.А., Кузьмин А.Н. Функциональный анализ – основы методологии ФСА // Методы менеджмента качества. – 2003. – № 6, 7.
2. Высоковская Е.А., Кузьмин А.М. Понятие стоимости в контексте функционально-стоимостного анализа // Стандарты и качество. – 2007. – №1. – С. 94–98.

УДК 630.68

ВЕКТОРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ АКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ ЛЕСНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ

С.С. Морковина,

д-р экон. наук, профессор, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ
ts-sveta@mail.ru

А.В. Иванова,

соискатель кафедры экономики и финансов, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ
anna_iv_1989@mail.ru

В статье рассматриваются основные проблемы обеспечения предпринимательской активности субъектов лесного сектора и представлены вектора их решения.

Спустя годы экономических преобразований в лесном секторе и, не смотря на значительное количество принятых на различных уровнях законов и подзаконных актов, состояние предпринимательских структур остается нестабильным. Хотя леса занимают более половины территории страны, однако доля лесного сектора в валовом внутреннем продукте (ВВП) составляет лишь 1,3 %, в промышленной продукции – 3,7 %, в занятости – 1 %. Данные обстоятельства свидетельствуют, что лесной потенциал страны недоиспользуется, а сами предпринимательские структуры отличаются низким уровнем активности [1].

Основной проблемой развития лесного сектора является низкая предпринимательская активность, количество организаций осуществляющих предпринимательскую деятельность в лесном секторе за последние годы остается стабильно невысоким (рис. 1–3) [2].

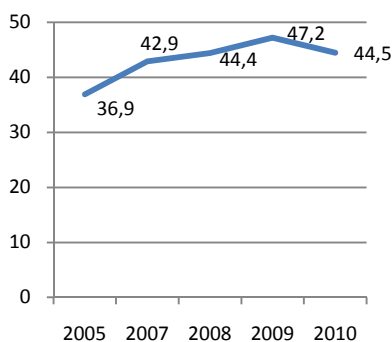


Рис. 1. Число организаций лесного сектора на конец года, тыс.

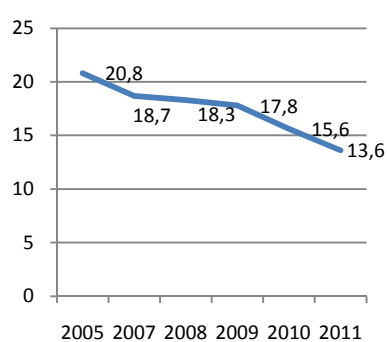


Рис. 2. Число организаций лесного сектора по виду экономической деятельности «лесозаготовки» на конец года, тыс.

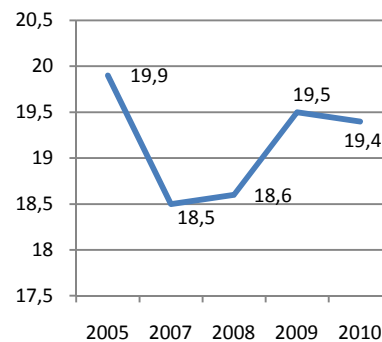


Рис. 3. Число организаций лесного сектора по виду экономической деятельности «обработка древесины и производство изделий из дерева» на конец года, тыс.

В тоже время предпринимательская активность является одним из основных источников устойчивого экономического развития.

В экономической литературе предпринимательская активность получила ряд определений. Так, предпринимательская активность, является, прежде всего результатом мотивированных действий предпринимателя, приводит к тому, что действуя в своих собственных интересах, предприниматель создает не только комплекс материальных благ, но и то, что обладает высокой общественно-экономической ценностью: товарное предложение, рабочие места, доходы бюджетов, как государственных, так и местных, спрос на услуги, технические и другие инновации, в тоже время необходимо учитывать, что такие позитивные эффекты свойственны странам с высоким уровнем развития экономики.

Условия для развития предпринимательства и повышения предпринимательской активности организаций в лесном секторе и улучшения экономики отрасли в целом, созданы во многом новым Лесным кодексом РФ:

- имеется достаточно предпосылок для появления частной собственности на лесные участки и в дальнейшем их купли-продажи;
- предусматривается возможность создания лесной и лесоперерабатывающей инфраструктуры;
- увеличено количество видов лесопользования. Дано определение, что заготовка древесины является предпринимательской деятельностью;
- прописан порядок предоставления юридическим лицам лесных участков для предпринимательской деятельности, находящихся в государственной или муниципальной собственности. Предоставление лесных участков осуществляется через договора аренды со сроком от 10 до 49 лет, а в случае осуществления заготовки древесины и последующей их продажи без предоставления лесного участка можно заключить договоров купли-продажи со сроком действия не более одного года. Заключение договоров аренды лесного участка и купли-продажи лесных насаждений осуществляется по результатам аукциона, в которых могут участвовать все заинтересованные лица в получении такого права при выполнении главного критерия аукциона – повышения начальной цены предмета аукциона. Проведение аукционов создает некую прозрачность в процессе получения лесных участков или использования лесных насаждений;
- арендатор, надлежащим образом исполнивший договор аренды, по истечении его срока имеет преимущественное право на заключение договора аренды на новый срок.

На наш взгляд реформирование Лесного кодекса РФ в большей степени направленное на повышение привлекательности предпринимательской деятельности в лесном секторе и увеличения предпринимательской активности не дало ожидаемых результатов. Лесной кодекс РФ ориентирован в основном на крупных предпринимателей, а развиваться средним и малым предпринимательским структурам в лесном секторе крайне тяжело, при условии того, что они на своих арендованных территориях стали ответственными за планирование и управление лесами, за ведение рубок, за лесовосстановление, за уход за лесом, за защиту леса от вредителей и болезней и охрану леса от пожаров, за сохранение экосистемных функций леса и т.д., при отсутствии каких-либо рекомендаций по осуществлению этих работ. С такими задачами могут справиться соответственно не все компании, а только крупные и устойчивые. Поэтому число предпринимательских структур занятых в лесном хозяйстве стагнирует, а лесной доход увеличивается незначительно. По данным доклада руководителя Федерального агентства лесного хозяйства В.Н. Маслякова «Показатели лесного сектора экономики Российской Федерации» плата за использование лесным фондом в 2011 г. составляла 21,7 млн руб., что всего на 7 млн руб. выше 2007 г. (рис. 4), и не смотря на то, что государство, как собственник продает ресурс по сравнительно низким ценам (по мировому уровню), оно не получает запланированный лесной доход, уровень недоимок в бюджет очень велик (рис. 5).



Рис. 4. Поступление платежей за использование лесов в бюджетную систему Российской Федерации



Рис. 5. Динамика недоимок по платежам за использование лесов в бюджетную систему РФ нарастающим итогом

В продолжение, отметим, что несовершенство лесного кодекса создает условия для банкротства предприятий малого бизнеса, и во многом ограничивает предпринимательскую активность крупных организаций. В стране несовершенство системы государственной охраны лесов и контроля за планированием и осуществлением лесопользования, создает дополнительные трудности компаниям, ориентированным на экспорт своей продукции.

В связи доминирующим вектором обеспечения предпринимательской активности в лесном секторе выступает государственная поддержка предпринимательства путем:

- вовлечения субъектов малого и среднего бизнеса в лесную отрасль, через разработку программы развития малого предпринимательства на лесозаготовках и в лесохозяйственном производстве с учетом зарубежного опыта, обеспечив эти программы необходимой государственной поддержкой;
- продолжение совершенствование нормативно-правовой базы, регулирующей лесные отношения;

- создание профильных бизнес-инкубаторов на базе НИИ, отраслевых учебных вузов, для поддержки стартап-проектов молодых предпринимателей на всех этапах развития: от разработки идеи до её коммерциализации;
- выделение субсидий на возмещение части затрат, связанных с производством и экспортом продукции; частичное возмещение затрат, связанных с приобретением у производителей новой лесозаготовительной техники, произведенной на территории края; предоставление отсрочки по внесению платы за использование лесов для заготовки древесины; предоставление отсрочки или рассрочки по уплате налоговых платежей в краевой бюджет, инвестиционные налоговые кредиты и предоставление государственных гарантий края.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исаев А.С., Коровин Г.Н. Актуальные проблемы национальной лесной политики / Институт устойчивого развития; Центр экологической политики России. – М.: Типография ЛЕВКО, 2009. – С. 24.
2. Россия в цифрах. 2012: Крат. стат. сб. / Росстат. – М., 2012. – С. 272–273.
3. Лесной кодекс Российской Федерации. – М.: Омега-Л, 2012. – 55 с.



Содержание

Секция 1

СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Исследование усушки древесины бука П.В. Билей, И.А. Соколовский, П.П. Билей, Р.О. Рокунь	4
Особенности определения резонансных свойств древесины молодняков неразрушающим способом Е.А. Васенев, А.А. Соколова	6
Исследование водопоглощения стружки для производства древесно-стружечных плит А.Н. Лаврова, Т.Н. Вахнина	8
Особенности распределения воды в древесине тополя при высыхании Л.Л. Леонтьев	12
Анатомическое строение и технические свойства древесины кавказской лесной груши (<i>Pyrus caucusica</i> A.Fed) Э.Д. Лобжанидзе, М.Д. Габуня, М.С. Зеделашвили, М.С. Чкоидзе	13
Исследование свойств термомодифицированного шпона Е.В. Микрюкова, Н.А. Яналова, О.В. Павлова	15
Основные механические свойства древесины интродуцированных видов сосны в лесных насаждениях западного региона Украины В.П. Рябчук, Т.В. Юскевич	17
Квалиметрический анализ влияния факторов на определение акустических свойств древесины ели Е.Ю. Салдаева, Е.М. Цветкова	20
Влияние условий оврага на резонансные свойства древесины ели А.А. Колесникова, Е.Г. Ялпаева	22
Результаты экспертной оценки модуля упругости при изгибе пиломатериалов, используемых для производства клееного бруса А.А. Титунин	25
Исследование размерных характеристик трахеид сосны Ленинградской области А.Н. Чубинский, А.А. Тамби, Ю.А. Шимкевич, С.О. Семишкур	27

Секция 2

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Детали узлов трения скольжения из прессованной древесины А.Р. Бирман, И.В. Григорьев	29
Особенности влияния расположения сучков в сосновых балках на прочность при статическом поперечном изгибе Н.В. Буйских	32
Усовершенствование процесса контроля качества плитных материалов В.М. Головач, З.С. Сирко	34
Технология очистки вторично используемой древесины иглофрезерными станками С.В. Гайда, О.А. Кийко	36
Исследование влияния качества проварки фанерного сырья на качество шпона Ю.П. Данилов, А.В. Лыщиков, И.В. Бахвалов	39
Теплопроводность клееного бруса с ламелями разной толщины К.В. Зайцева	41
Технология бочарного производства К.С. Захаров, И.П. Демитрова	43

Файн-лайн: достоинства и недостатки	
Е.В. Кантиева, Л.В. Пономаренко, Н.М. Кошелева	44
Оценка качества деревянных клееных конструкций	
Т.И. Карасова, А.А. Лапенко	46
Режим склеивания клееных деревянных конструкций на совмещенном клее	
А.А. Мещерякова	48
Выбор лесопильного оборудования	
А.А. Мещерякова, И.Г. Перекрестов	50
Технологические аспекты применения спецэффекта краколет	
И.В. Новоселова, И.С. Фокина	52
Продолжительность сушки пиломатериалов в низкотемпературных камерах	
Е.А. Пинчевская, А.К. Спирочкин	54
Дизайн мебели в интерьере современной кухни	
Л.В. Пономаренко, Е.В. Кантиева, А.И. Котенева	57
К вопросу экологической сушки пилопродукции	
А.П. Решин, В.М. Меркелов	59
Современные методы расчета ленточных конвейеров для деревообрабатывающих предприятий	
В.А. Романов, Т.А. Матвеева	61
Тенденции изменений требований к пиломатериалам и технологии их производства	
С.Н. Рыкунин, Е.Г. Владимирова	63
Анализ методов измерения отклонения от прямолинейности	
О.Г. Тарасова	64
Разработка методики использования низкочастотного диапазона звуковых волн для неразрушающего контроля качества столярно-строительных изделий	
Л.А. Тихомиров	66
Усовершенствование технологии получения древесных плитных материалов на основе минеральных вяжущих веществ	
Э.Р. Хайруллина	69
Разработка новой технологии получения термически модифицированного шпона	
Р.Р. Хасаншин, Р.Р. Зиатдинов	70
Внедрение производства древесного топлива на Княжпогостском заводе ДВП	
М.В. Цыгарова	72
Анализ физических свойств водорастворимых и масляных лакокрасочных материалов	
Л.А. Яремчук, Т.В. Максимив	74

Секция 3

РАЗРАБОТКА КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ И ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Использование отходов окорки для производства древесных плит	
Т.Н. Вахнина, А.К. Боровкова, О.М. Мазаева	77
Производство древесно-полимерных композитов с добавкой вторичного полиэтилена	
Т.Н. Вахнина, А.А. Крылов	81
Разработка технологии древесно-стружечных плит из вторично используемой древесины (ВИД)	
С.В. Гайда	84
Исследование механизма пропитки древесины жидкостью	
Н.В. Губанова	87
Создание древесно-полимерного композиционного материала на основе термически обработанной древесины	
Р.В. Данилова	89

Композиционные материалы на основе измельченной древесины для декорирования помещений Н.И. Карсакова, И.П. Демипрова	91
Разработка жестких древесно-наполненных пенополиуретанов Л.И. Левашко	92
Парафиновые эмульсии в производстве древесностружечных плит Г.П. Плотникова, Н.П. Плотников	93
Модификация карбамидоформальдегидных связующих для производства древесно-стружечных плит Г.П. Плотникова, Н.П. Плотников	95
Моделирование процесса склеивания древесины на клеях, модифицированных воздействием электрического поля В.М. Попов, И.Ю. Кондратенко, М.А. Шендриков	97
Прочность клеевых соединений древесины на основе клеев, обработанных в импульсном магнитном поле В.М. Попов, А.В. Латынин, А.А. Тиньков	99
Технология получения высокоэффективного теплоизоляционного материала из древесных отходов с полимерными компонентами В.В. Степанов	101
К вопросу о модификации синтетических клеев, применяемых в производстве древесных плит С.А. Угрюмов, Д.А. Кожевников	102
Исследование водостойкости древесно-стружечных плит на основе фуранового олигомера С.А. Угрюмов, А.А. Федотов	105
Оптимизация состава композиций древесно-полимерных материалов И.Н. Челышева, А.А. Симикова, Н.П. Плотников	107

Секция 4

ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО И ЛЕСОВОССТАНАВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВ

Формализация активных сил, действующих на звенья гидравлического манипулятора Б.Я. Бакай	110
Карданная предохранительная муфта Р.Г. Боровиков	112
Термохимическая переработка древесных отходов Т.Х. Галеев	114
Совершенствование технологического этапа транспортировки заготовленной древесины О.А. Иванова	115
Организация использования лесных ресурсов и экологическое состояние лесной среды С.И. Кожурин	117
К вопросу повышения производительности харвестеров и форвардеров М.В. Коломинова	118
Применение в России лесозаготовительных машин иностранного производства В.Ю. Лисов	121
Автоматизированная система контроля дымообразования при горении древесины Е.В. Саликова, В.П. Чулков	123
Имитационное моделирование трелевки круглого лесоматериала Ю.И. Цимбалюк	126
Результаты исследований динамической нагруженности фрезерной лесохозяйственной машины с центральным приводом П.Н. Щеблыкин	129

Секция 5

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ
ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ, ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ
И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ**

Диметиловый эфир как продукт переработки древесных отходов Л.М. Исмагилова	131
Мобильные установки для переработки древесины, загрязненной радионуклидами В.М. Меркелов, А.А. Макеева	132
Новое оборудование для тонкого измельчения отходов деревопереработки А.М. Морозов, Г.Н. Кононов, К.Л. Косарев, А.В. Кудряшов	134

Секция 6

**ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ
ПРЕДПРИЯТИЯМИ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

Разработка стратегии предприятия малого бизнеса на примере мебельного предприятия «Формат Мебель» С.Б. Зварыгина, Л.Н. Галочкина	138
Оценка потребительского спроса мебели для гостиной Т.И. Карасова	140
Векторы обеспечения развития предпринимательской активности организаций лесного сектора экономики С.С. Морковина, А.В. Иванова	142

